



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERIA

**ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA
AMBIENTAL**

**“APLICACIÓN DE CARBÓN VEGETAL EN CUATRO
TRATAMIENTOS PARA LA RECUPERACIÓN DE NUTRIENTES EN
SUELO AGRÍCOLA”**

Tesis Para Obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

AUTOR:

PINEDO PADILLA, Jennifer Janet

ASESOR:

Dr. MONTEZA ARBULU, Cesar Augusto

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Conservación Y Manejo De La Biodiversidad

PERÚ 2017

PAGINA DEL JURADO

Dr. Cesar Augusto Monteza Arbulú
Presidente

Mgtr. José Elías Ponce Ayala
Secretaria

Dr. Bertha Magdalena Gallo Gallo
Vocal

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación está dedicado principalmente a mi familia, porque sin su ayuda y su apoyo no hubiera logrado cumplir con mis objetivos y metas trazadas, por estar siempre a mi lado todo el tiempo y por su apoyo moral y económico.

Dedico también a Dios por brindarme salud, y fuerza para seguir con mis metas y mis sueños, por permitirme nacer y crecer con una familia maravillosamente unida llena de buenos valores.

Y por último quiero dedicar a todas esas personas que creyeron en mí, sin importar lo que pasaría, también dedicarles mis asesores de este trabajo de investigación y a mis amigos porque fue muy divertido trabajar en grupo y por el apoyo mutuo que hemos dado.

Jennifer

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a mi mamá Merita Padilla, por estar siempre a mi lado en los momentos difíciles, por darme la vida, y por tener esa fuerza de sacarnos adelante a mi hermana y a mí, por su apoyo, sus consejos, y guiarme por un buen camino, y agradecerle por ser la mujer más valiente que ahora yo puedo estar orgullosa.

A mi hermana Rosmery Saucedo, agradecerte hermanita por tu apoyo incondicional, y por hacer que mis sueños, metas y objetivos se hagan realidad, porque sin tu ayuda no hubiera podido llegar en donde estoy, gracias por no abandonarme y por ser una persona maravillosa y la mejor hermana.

A tío Guzmán Padilla, agradecerle por sus consejos, por confiar en mí, por su apoyo y por quererme como si fuera su hija, gracias por estar a mi lado en mis momentos de infancia y por el granito de arena que has dado durante este largo recorrido de mis estudios universitarios.

A mi padrastro Wilfredo Rodas, gracias por aceptar a mi mamá con sus dos hijas, por su apoyo, consejos y sobre todo por ser un buen hombre, por darnos un hogar y por la felicidad que comparte con nosotros.

A mi cuñado José Antonio Santa Cruz, por el apoyo que me ha dado en estos años difíciles de la universidad, gracias por estar pendiente de las cosas que necesite para poder culminar con este trabajo de investigación.

Al ingeniero Cesar Monteza Arbulú, agradecerle por su asesorías, por su paciencia, por hacer todo lo posible que avancemos y lleguemos a culminar con este trabajo de investigación.

A mi tía linda Padilla y Rene Padilla por todo su apoyo y a toda mi familia, por confiar en mí, por darme apoyo moral y ánimos para seguir adelante cuando quería rendirme, gracias por el cariño que me tienen.

A mi padre agradecerle por darme la vida.

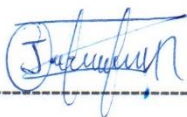
Autora.

DECLARATORIA DE AUTENCIDAD

Yo **Jennifer Janet Pinedo Padilla** estudiante de la escuela profesional de ingeniería ambiental de la facultad de Ingeniería de la Universidad Privada Cesar Vallejo - Chiclayo identificado con DNI: **73529311**.

Declaro la autenticidad de este proyecto de investigación bajo juramento que:

1. Yo soy la única autora de este proyecto de investigación que tiene como título: **“APLICACIÓN DE CARBÓN VEGETAL EN CUATRO TRATAMIENTOS PARA LA RECUPERACIÓN DE NUTRIENTES EN SUELO AGRÍCOLA”** la misma que voy a presentar para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental.
2. En este trabajo de investigación todos los datos e información presentada son auténticos y veraces, puesto que se han considerado y respetado todas de citas y referencias de las normas internacionales ISO 690:2010 para las fuentes que han sido consultadas.
3. En los resultados que están siendo presentados en este trabajo de investigación son completamente reales certificados por el Instituto de Investigación Agropecuarias (INIA) el cual no han sido copiados, falsificados ni duplicados.



Jennifer Janet Pinedo Padilla

DNI: 73529311

Pimentel – Chiclayo 2017.

PRESENTACIÓN

El presente trabajo de investigación explica la aplicación de carbón vegetal en cuatro tratamientos para la recuperación de nutrientes en suelo agrícola, desde una perspectiva práctica, controlada y sostenible aplicando nuevas técnicas para mejorar la calidad de los suelos agrícolas.

Además se enfoca en la recuperación de nutrientes de suelos agrícolas utilizando una metodología de estudios evaluados en dos tiempos determinados y en tratamientos con diferentes cantidades, de esta forma está estructurado en VIII capítulos incluyendo las referencias bibliográficas y los anexos de la investigación.

En el capítulo I. Se presenta la introducción general sobre el trabajo de investigación junto con la realidad problemática, los trabajos previos, las teorías relacionadas al tema, la formulación al problema, la justificación del estudio, la Hipótesis y el Objetivo general ligado a los objetivos específicos.

En el capítulo II. Está compuesta por el método de la investigación, dentro de ello está incluido el diseño de la investigación, las variables, el cuadro de Operacionalización de las variables, la población y muestra, además las técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad del trabajo de investigación junto a la metodología, los métodos de análisis de datos y los aspectos éticos.

En el capítulo III. Se especifica los resultados obtenidos de la investigación, que fueron evaluados en la aplicación de los diferentes tratamientos de carbón vegetal en el suelo y los parámetros físicos químicos tales como pH, C.E., M.O., P, K y CaCO₃ incluyendo los gráficos en Excel, la interpretación y el análisis de varianza en SSPS.

En los capítulos IV, V y VI. Se presenta la discusión, las conclusiones y las recomendaciones de la investigación basado en los resultados obtenidos.

Y por último en el capítulo VII y VIII, se registran las referencias bibliográficas y todos los anexos referentes al trabajo de investigación tales como fotos, fichas, ubicación, validación de datos, matriz de consistencia e instrumentos de datos.

ÍNDICE

PAGINA DEL JURADO	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
DECLARATORIA DE AUTENCIDAD	v
PRESENTACIÓN	vi
ÍNDICE	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE GRÁFICOS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN	14
1.1. Realidad Problemática	15
1.2. Trabajos previos	16
1.3. Teorías Relacionadas Al Tema	23
1.3.1. Aplicación De Carbón Vegetal	23
1.3.2. Recuperación De Nutrientes De Suelo Agrícola.	33
1.4. Formulación del problema	37
1.5. Justificación del estudio	37
1.6. Hipótesis	38
1.7. Objetivos	38
II. MÉTODO	39
2.1. Diseño De Investigación	39
2.2. Variables, Operacionalización	39
2.3. Población Y Muestra	42
2.4. Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos, Validez	42
2.4.1. Técnicas de recolección de datos	42
2.4.2. INSTRUMENTOS, MATERIALES Y EQUIPOS DE RECOLECCION DE DATOS	45
2.4.3. Validez	46
2.5. METODOLOGÍA Y METODOS PARA ANÁLISIS DE DATOS	47
2.5.1. Metodología Para Toma De Muestra	47
2.5.2. Método Para Análisis De Datos	51

2.6. ASPECTOS ÉTICOS	52
III. RESULTADOS.....	53
3.1. Determinación De Parámetros Físicos Y Químicos	53
3.2. RESULTADOS ESTADÍSTICOS	61
IV. DISCUSIÓN.....	67
V. CONCLUSIONES.....	69
VI. RECOMENDACIONES	71
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	72
VIII. ANEXOS	77

ÍNDICE DE TABLAS

CUADRO 1: Análisis Del Suelo	53
CUADRO 2: Análisis Del Carbón Vegetal	54
CUADRO 3: Determinación De pH	54
CUADRO 4: Determinación De Conductividad Eléctrica (C.E.)	55
CUADRO 5: Determinación De Materia Orgánica	56
CUADRO 6: Determinación De Fosforo Disponible	57
CUADRO 7: Determinación De Potasio Disponible	58
CUADRO 8: Determinación De Carbonatos De Calcio	59
CUADRO 9: Determinación De Textura	60
CUADRO 10: Determinación De Conductividad Eléctrica	61
CUADRO 11: Análisis De Varianza	61
CUADRO 12: Determinación Materia Orgánica.....	62
CUADRO 13: Análisis De Varianza	62
CUADRO 14: Determinación De Fosforo Disponible	63
CUADRO 15: Análisis De Varianza	63
CUADRO 16: determinación De Potasio Disponible	64
CUADRO 17: Análisis De Varianza	64
CUADRO 18: Determinación De Carbonatos de Calcio	65
CUADRO 19: Análisis De Varianza	66

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1: Análisis Del Suelo.....	53
GRÁFICO 2: Análisis De Carbón Vegetal	54
GRÁFICO 3: Determinación De pH	55
GRÁFICO 4: Determinación De Conductividad Eléctrica (C.E.)	56
GRÁFICO 5: Determinación De Materia Orgánica	57
GRÁFICO 6: Determinación De Fosforo Disponible.....	58
GRÁFICO 7 Determinación De Potasio Disponible	59
GRÁFICO 8: Determinación De Carbonatos De Calcio	60

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: FICHA DE MUESTREO	77
ANEXO 2: INSTRUMENTOS.....	78
ANEXO 3: Rangos de conductividad eléctrica	78
ANEXO 4: Rangos de conductividad eléctrica	79
ANEXO 5: Rangos de Materia Orgánica	79
ANEXO 6: VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS	80
ANEXO 7: MATRIZ DE CONSISTENCIA PARA ELABORACIÓN DE TESIS	84
ANEXO 8: Cronograma de ejecución	86
ANEXO 9: Ubicación de la zona	89
ANEXO 10: Medición del terreno, muestreo y división en parcelas	90
ANEXO 11: Elaboración de horno pirolítico.....	93
ANEXO 12: Aplicación de carbón vegetal.....	94
ANEXO 13: Muestra.....	96

RESUMEN

La presente investigación tuvo por objetivo determinar cuál de cuatro de los tratamientos de carbón vegetal es más eficiente en la recuperación de nutrientes en suelos agrícolas. Para llevar a cabo esta investigación se utilizó un diseño cuasi experimental con prueba de hipótesis con muestreo longitudinal, una población de 2 ha de suelo agrícola, y una muestra de 8 m², se realizó un muestreo superficial por conveniencia y se elaboró análisis fisicoquímicos. Para la aplicación de los tratamientos de carbón vegetal, se aplicaron cuatro tratamientos en diferentes cantidades en la primera, segunda, tercera y quinta de las semi parcelas. Aplicado el carbón vegetal en el suelo se muestreó a los 20 días de su aplicación y se procedió a realizar un análisis físico químico para observar el nivel de recuperación de nutrientes del suelo, después se realizó a los 45 días de sus aplicación como último muestreo y se llevó a analizar el cual se compararon los resultados obtenidos y se observó la eficiencia de la aplicación del carbón vegetal en el suelo.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes: en el primer análisis el suelo presentó un pH de 6.65, conductividad eléctrica de 15.85 mhos/cm con materia orgánica de 1.00 %, P de 38 ppm, K de 299 ppm, CaCO₃ 1.180 % y con una textura franco arenoso. En el segundo análisis se evaluó a los 20 días de la aplicación del carbón vegetal se mostró una mejora de la calidad nutricional de los suelos en cada uno de los tratamientos aplicados. Y en el tercer análisis se analizó lo siguiente: se observó en los tratamientos el pH de 7.00 a 7.20, la conductividad eléctrica 1.36 mhos/cm a 24.91 mhos/cm de con materia orgánica de 1.25 % a 1.27, P de 13.00 ppm a 44,00 ppm, K de 290 ppm a 302 ppm, y CaCO₃ de 1.20 % a 1.65 ppm, y se observó una mejora nutricional del suelo, además se realizó un ANAVA como método estadístico, en ello se observó que los todos los tratamientos son iguales e influyen en los cambios en el suelo, en excepción en la materia orgánica que podemos observar que el tratamiento uno y tres son más eficientes en la recuperación de materia orgánica, mientras que en el tratamiento dos y cuatro son los que recuperan menos, debido a la cantidad de carbón vegetal que ha sido aplicado.

Palabras claves: carbón vegetal, tratamientos, muestreo superficial, recuperación de nutrientes en suelo agrícola.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to determine which of four charcoal treatments is more efficient in the recovery of nutrients in agricultural soils.

To carry out this research, a quasi-experimental design with longitudinal hypothesis test was used, with a population of 2 ha of agricultural land, and a sample of 8 m², a superficial sampling was carried out for convenience and physicochemical analysis was carried out. Four treatments were applied in different quantities in the first, second, third and fifth of the semi plots being the fourth the control of the investigation. Applied charcoal in the soil was sampled 20 days after its application and a physical and chemical analysis was carried out to observe the level of soil nutrient recovery, then 45 days after its application as the last sample. it was carried out to analyze which the obtained results were compared and the efficiency of the application of charcoal in the soil was observed.

The following results were obtained: in the first analysis of the soil I present a pH of 6.65, the electrical conductivity of 15.85 mhos / cm with organic matter of 1.00%, P of 38 ppm, K of 299 ppm, CaCO₃ of 1180% and with a sandy loam texture. In the second analysis was evaluated 20 days after the application of charcoal showed an improvement in the nutritional quality of the soil in each of the treatments applied. And in the third analysis the following was analyzed: the pH was observed in the treatments from 7.00 to 7.20, the electrical conductivity 1.36 mhos / cm to 24.91 mhos / cm in organic matter from 1.25% to 1.27, P from 13.00 ppm to 44 , 00 ppm, K from 290 ppm to 302 ppm, and CaCO₃ from 1.20% to 1.65 ppm, and a nutritional improvement of the soil was observed, in addition an ANAVA was performed as a statistical method, in which it was observed that all the treatments are equal and they do not influence in the changes in the soil, in exception in the organic matter that we can observe that the treatment one and three is more efficient than in the recovery of organic matter, while in the treatment two and four are those that recover less due to the amount of charcoal that has been applied.

Keywords: charcoal, treatments, surface sampling, recovery of nutrients in agricultural land.

I. INTRODUCCIÓN

Uno de los temas principales a nivel mundial es que cada vez es menos los suelos dedicados a la agricultura, respecto a diferentes ámbitos los más afectados es la productividad agrícola debido a las condiciones naturales de los suelos pobres o al manejo inadecuado de la tierra, un problema específico es la falta o pérdida de nutrientes necesarios para las plantas y esto es particularmente cierto en los suelos dedicados la agricultura de las diferentes zonas del mundo, el cual es debido a las malas prácticas agronómicas que los agricultores le dan.

Hoy en día la degradación de suelos en el Perú es como una crisis silenciosa que está avanzando tan rápidamente que pocos países tienen la esperanza de alcanzar una agricultura sostenible en un futuro próximo, es un problema que, a pesar de estar amenazando la subsistencia de millones de personas, tiende a ser ignorado por los gobiernos y la población en general, es así como el Ministerio de Agricultura plantea unas nuevas prácticas para el uso de los suelos.

Ante esta situación se plantea como objetivo determinar cuál de cuatro tratamientos de carbón vegetal es más eficiente en la recuperación de nutrientes en suelos agrícolas. Para ello se aplicó el carbón vegetal, un compuesto estable y rico en carbono producto de la pirolisis de la biomasa, con la finalidad de evaluar la calidad de sus propiedades y relacionarlas con sus efectos potenciales sobre las propiedades físicas químicas del suelo. El estudio de diferentes autores ha demostrado que, de forma general, se mejoran las propiedades del suelo al incrementar la disponibilidad de los nutrientes.

Además de aportar nutrientes al suelo es capaz de mejorar la producción de la planta, esta una nueva forma que se plantea a nivel de madurez tecnológico en el que se ejecuta este proyecto de investigación, con la finalidad de plantear nuevos desarrollos que solicitan volver a etapas previas de investigación, dado que observen nuevos retos que deben ser superados, como puede ser la algún componente que simbolice retomar las etapas de investigación, de esta manera sugerir soluciones para la implementación de mejora en el nivel tecnológico global para la recuperación de los suelos.

1.1. Realidad Problemática

En la actualidad la pérdida de calidad y cantidad de suelo es a causa de salinización, deterioro de la estructura, contaminación y a la pérdida de elementos nutricionales que el suelo tiene por naturaleza, estos procesos hacen que el suelo disminuya su capacidad nutricional que la planta necesita para desarrollarse, además se produce varios cambios adversos en sus propiedades físicas y químicas, esto se viene a ser un problema donde el hombre ha tenido que convivir con ello a lo largo de su historia, producida por el mal uso de los suelos y se ha vuelto un causante principal del bajo rendimiento de la capacidad productiva de los ecosistemas y de la productividad agrícola, provocando grandes impactos negativos en el bienestar de la humanidad y en el ambiente. **(ALBRECHTS, Christian. 2000).**

Mientras en el Perú existen escasas tierras agrícolas y pecuarias, y se produce una gran cifra de degradación por las uniones de factores naturales y los malos procesos empleadas en la agricultura y la ganadería. La saturación y la pérdida de nutrientes de los suelos es el desgaste de los rangos físicas, químicas y biológicas aisladamente en forma combinada, que se ha desarrollado en los últimos años a consecuencia de las actividades del hombre y a las condiciones de la naturaleza que constituye el principal culpable de la pérdida nutricional del suelo, esto impide y limita el desarrollo de cultivos y de buenas cosechas. **(MINAM, 2011).**

Por otra parte los suelos agrícolas en la región de Lambayeque son pocos productivos en lo general la mayoría son suelos salitres, debido al exceso de siembra de cultivos hace que los nutrientes del suelo disminuyan, un resultado de ello es la obtención de bajos rendimientos de producción en la agricultura, donde varios agricultores obtienen más pérdidas que sus ganancias. Esta situación es debido al mal uso de las tierras ya que hace muchos años se han basado a la siembra de un solo cultivo y el exceso uso de fertilizantes químicos por lo que ha generado que los nutrientes del suelo se agote y cada vez se observa que rinden menos.

De esta manera se aplicara carbón vegetal a partir de residuos agrícolas que normalmente son desechados o incinerados al momento de su cosecha, dicho

compuesto es capaz de establecer los nutrientes en el suelo y además son ricos en carbono, y la calidad de sus propiedades de potencialidad sobre los aspectos físicos y químicos del suelo.

Para la recuperación de nutrientes se empleara una técnica natural que permita recuperar suelos agrícolas, donde se realizara una muestra inicial de suelos, de esta forma se evaluará qué cantidad de nutrientes se obtiene al aplicar carbón vegetal en el suelo tales como el nitrógeno (N), fósforo (P), potasio (K), materia orgánica, pH, conductividad eléctrica, la textura, etc. Así verificaremos la calidad de suelo que se encuentra hoy en día.

1.2. Trabajos previos

(ABENZA, Paco. 2011-2012). El carbón vegetal, se obtiene a partir de la transformación de distintos tipos de biomasa residual ya sea forestales o agrícolas, Este estudio se realizó por la preocupación de la incrementación de suelos degradados y no ricos en nutrientes porque ha generado la baja producción de los cultivos que mayormente se aplica en la agricultura para un desarrollo sostenible.

En esta investigación se utilizó un diseño experimental ex situ con varias repeticiones, el cual consistió en extraer el suelo hacia un campo experimental y colocado en masetas para su ejecución con las respectivas repeticiones agregando varias cantidades de carbón vegetal en días diferentes, además se aplicó la técnica denominada pirolización lenta que consiste en la descomposición o disección térmica de la materia orgánica bajo la limitación de oxígeno, el cual se evaluó el uso en las tierras y en las plantas entre sí, donde se identificó el gran componente que tiene y su alta eficacia en la utilización de los suelos degradados, en una enmienda orgánica se cribaron 240 litros de suelo trasladándolo a un invernadero de campos experimentales para realizar la respectiva plantación de los vegetales, que actuó directamente 3 meses con 36 kilos de carbón vegetal, y para el cálculo de la dosis se aplicó en el bioensayo adonde se tuvo en enumeración que la densidad aparente (D_a) del suelo era de $1,3 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$ y se asumió una profundidad de la capa arable de 0,2 m. Con esos

resultados se calculó la cantidad de fosfato (3,3 g), potásico (0,5 g) necesarios para incorporar a 24 kg de suelo. Esta cantidad supone un régimen de fertilización del 100% de las necesidades teóricas de nitrógeno.

Por lo que permitió desarrollar la gran concentración de materia orgánica de un 2% a 4,2% y logro capturar el 65% de la concertación de carbono en el suelo, además se demostró que ayuda a mejorar la calidad de sus parámetros físicos con un pH 7.9 que corresponde en su normalidad, con una humedad 10.8% y 11.20% y con un rendimiento de eficacia de 45.5% y 47.3% en la producción de las plantas, se notó en las hojas y el crecimiento del tallo.

(CURIEL, María. 2016). Existe una gran cantidad de residuos forestales el cual son desechados o incinerados al intemperie de la naturaleza ese trabajo se elaboró debido a que la empresa de industria enológica específicamente en área del viñedo, donde los viticultores laboran habitualmente en los despuntes, desnietados, aclareos y podas el cual produce grandes cantidades de estos residuos, como se ha dicho se utilizara dichos residuos para elaborar el carbón vegetal de esta manera comprobar que puede emplearse en el suelo agrícola como fertilizante natural con el fin de contribuir su aportación de fosforo (P) y nitrógeno (N) entre otros aspectos de las mismas áreas de dicha empresa.

Para este estudio utilizaron un diseño experimental con aleatorio simple en el mismo suelo de las plantas de uva, el cual se recogieron 2300 kg/ha de la finca de Aranda Duero de una parcela de 13,56 ha directamente dedicadas al cultivo de viñedo, dado que se utilizó restos de raspones de la vendimia, tales como brazos y sarmientos de una cepa que tenían enfermedades como las diferentes plagas el cual se extrajeron a través de la realización de podaje, además se preparó varias muestras para la realización de las pirolisis introduciendo 7,920 litros de masa residual, se dividió el terreno en 7 pilas para la incorporación del biochar activado, es decir se mezcló el carbón vegetal con el compostaje en varios tiempos con finalidad de incrementar los contenidos de nitrógeno y fosforo del suelo, el cual presenta un baja cantidad de materia orgánica durante 3 o 4 meses para que los resultados sean eficientes durante su proceso de recuperación del suelo.

Se obtuvieron varias tipos de texturas de suelos entre arcillosa fina y gruesa con pH entre 8.3 y 8.7 con un alto contenido de carbonatos entre 51% a 71% casi en

todas las parcelas encontrándose con muy baja de materia orgánica de 0,7% y con nivel de fósforo menos de 10 ppm en una gran parte de las parcelas, el nitrógeno encontrado es de 6,3 a 6,7% en materia natural de la aplicación del carbón vegetal en los suelos del viñedo, con respecto al rendimiento de producción de 37,1% y 38.5% para un volumen de humedad de 12.80% y 12.90%, es decir que se utilizó el programa de SPSS utilizando el ANOVA con efecto significativo de ($P < 0,05$) para el estudio de temperaturas controladas y con ausencia de del oxígeno, el cual se comparó el pH, la conductividad eléctrica, cantidad de ceniza y el fósforo tratándose de una biomasa libre de humedad obteniendo como resultado la producción buena de las plantas, por lo que el autor recalca que este método es eficaz.

(OLMO, Manuel. 2016). La agricultura ocupa un gran porcentaje en el desarrollo sostenible de nuestra economía, el cual el suelo realiza un papel muy importante en el crecimiento de dichas semillas, hoy en día se observa el desgaste del ello y eso hace que haya una gran disminución de la productividad de las tierras agrícolas debido a los fertilizantes usados excesivamente, así mismo produce que la calidad del suelo reduzca en nutrientes y aumente la contaminación de ello mismo.

Se realizó un diseño experimental con dos factores de dos tratamientos como prueba piloto ex situ el cual se añadió especies vegetales al suelo al 5% en base a experimentos previos también hubo un control sin adición y se seleccionaron ocho especies agronómicas, Se utilizaron repeticiones por especie, se usaron ollas con un volumen de 1 litro, para evitar la pérdida de suelo a través de los orificios de drenaje de las ollas, se colocaron pequeñas redes de plástico en el fondo de las ollas, y para asegurar el suministro de plántulas, cuatro semillas de cada una de las especies fueron sembradas por maceta, cinco días después de la emergencia, Sólo se mantuvo una planta por maceta. Las plantas fueron Inicialmente crecidas en un patio abierto de la Universidad de Córdoba se elaboró el bio carbón a base de desechos agrícolas y se colocó medio kilo de carbón en cada una de las macetas plantadas.

Sus resultados se basaron en las características del carbón vegetal el cual variaron dependiendo siempre y cuando del material de donde se produce,

donde presento un PH alcalino, alto contenido de carbono y bajo contenido de nutrientes, así redujo la densidad superficial y la compactación sin embargo aumento la retención de agua, donde ejerció una gran influencia en el aumento de la disposición de P, K, Ca, y Mg reduciendo el nitrógeno. Se obtuvo el total de carbono en el sistema es mayor (447 t/ha) y así como el depósito de suelo orgánico en 36 % del total por lo que su pH 7.00 siendo bajo en la producción de carbón vegetal en la cascarilla de arroz, con una humedad de 10% con una aportación de materia orgánica en el suelo de 2.09 gr por un mes de aplicación.

(BATTISTINA, Giovanna. 2014). La infertilidad del suelo está siendo uno de los problemas más complejos, ya que se observa una gran cantidad de suelos degradados por la naturaleza misma y por el mal manejo del hombre, en este trabajo de investigación se emplea la aplicación de carbón vegetal para mejorar algunas propiedades del suelo y para reducir los efectos amenazadores de los contaminantes, el cual debe confirmar la conservación de nutrientes en el suelo.

Para esta tesis se ha usado diferentes modelos de absorción para evaluar la capacidad del carbón vegetal en la absorción y protección de la materia orgánica, se diseñó una prueba factorial completa para comprobar los impactos de tres factores unipersonales en este caso la del carbón vegetal, nutrientes y su relación que obtiene con la descomposición de la materia orgánica del suelo, además se pasó a evaluar los efectos del carbón vegetal en el suelo con tres enmiendas el suelo experimental se derivó del suelo artificial propuesto por la OCDE para el ensayo de productos químicos, pero la turba de sphagnum no se utilizó para evitar la presencia de materia orgánica. Por lo tanto, el suelo artificial estaba compuesto por 38,5% de arena gruesa (0,2 a 1 mm), 38,5% de arena fina, 22% de caolinita y 1% de CaCO_3 , todas las muestras incubadas recibieron un inóculo microbiano para estimar la existencia de una cantidad suficiente de microorganismos que pudieran utilizar las fuentes C proporcionadas. Ya que el C orgánico del inóculo del suelo era 2017,8 $\mu\text{gC ml}^{-1}$ y se añadió a las muestras a una dosis de 25 ml kg^{-1} , esto significa que se añadieron 5,2 mg de K-1 a todas las muestras.

Los resultados obtenidos de este trabajo de investigación indicaron que cada tipo de biocarbón estableció desiguales interacciones con el suelo, en función de sus

propiedades físicas y químicas, la concentración total de carbono orgánico del biochar fue de 3,7 % y el N total fue de 1,9 g Kg⁻¹, lo que da las relaciones C / N de 424 y 326 para el biochar y el serrín, respectivamente. Se añadió biochar al suelo a una dosis de 50 g, lo que significa una tasa de aplicación superficial de aproximadamente 60 Mg Ha⁻¹.

(DE GRYZE, Steven, CULLEN, Michael y DURSCHINGER, Leslie. 2010). Las investigaciones con respecto al cambio climático, a través del decrecimiento de las emisiones de gases de efecto invernadero ha hecho que la estructura nutricional del suelo disminuya se Mejora del suelo mediante la aplicación de biochar como una enmienda del suelo Gestión de flujos de residuos de fuentes agrícolas, forestales y municipales

En este trabajo se examinan cuestiones importantes relacionadas con la producción y aplicación de cómo se puede desarrollar un protocolo que pueda explicar el secuestro de carbono de su producción.

La aplicación de biochar a suelo llevó a una reducción de N lixiviación en un 60% y en la productividad de los cultivos aumento en un 38 a 45%, lo que asumimos para traducir en un 20% de ahorro de fertilizantes y un 10% de ahorro en riego y semillas. Otros han encontrado rendimiento aumentos de hasta 140% en suelos pobres bajo fertilización recomendada. Otras respuestas medidas a la aplicación de biochar se resumen Respuesta las tasas son variadas, pero en muchos casos hay una mejora en la absorción de nutrientes, biomasa o rendimiento de los cultivos

(INTIGUAYAS Martha. 2015). En el Perú se ha realizado este estudio y la aplicación con el fin de adaptarnos al cambio climático apoyado con la aplicación de antiguas civilizaciones, este proyecto actualmente es aplicada en el departamento de Cuzco donde se ha observado un buen resultado, una de las principales causas por las que se desgasta el suelo es la agricultura masiva, y cuando esto ha ocurrido es necesario restablecer la fertilidad del suelo en abundancia usando fertilizantes naturales o enmiendas orgánicas. Para recuperar las tierras agrícolas degradadas es necesario perfeccionar las técnicas

de cultivo estabilizando el suelo al mismo tiempo enriqueciéndole con materia orgánica, y se seleccionan diferentes variedades de cultivo.

Se basó en un diseño experimental con bloques repetitivos, los investigadores encargados de desarrollar el trabajo aseguran que el uso de raíces y hojas secas son los implementos principales para la elaboración del carbón vegetal, para aplicar el carbón vegetal al suelo se realizó un análisis de una serie de factores: que son relacionados con el suelo, a las prácticas de cultivo empleado, a las condiciones del clima, y a la forma de aplicación. Se puede poner en forma adyacente como otros tipos de abonos o compostas, y en oportunidades se requiere humedecerlo para prevenir que el aire eleve algunas partículas de carbón vegetal. Las cantidades aplicadas deben estar basadas en resultados experimentales. Además, no es necesario aplicarlo repetidamente en un cultivo por que su efecto perdura en el suelo.

Debido a sus diferentes estudios realizados en el laboratorio observaron en la temperatura oscila a 905 °C como actúa el carbón vegetal en las muestras del suelo que la superficie porosa del biochar es particularmente acogedor para las bacterias y hongos que las plantas, el biocarbón producido a partir de roble blanco y rojo presentó 90.8% de carbono, mientras que un biocarbón de arroz y otro de trigo presentaron 80.7 y 80.4% de carbono, 9.11 y 9.03% de oxígeno y 2.79 y 2.75% de hidrógeno, su amplia variabilidad y la caracterización del carbón vegetal han consignado reacciones en el pH donde varía de ácido a alcalino, con una media de pH 8.1 y un intervalo de pH entre 6.2 y 13. En cuanto a la disposición de intercambio catiónico (CIC) ésta es muy variable y va desde unas cuantas unidades inclusive de 40 cmol kg⁻¹ producto de su química superficial.

(GUERRA, Patricia. 2015). En este proyecto de investigación se refiere a la recuperación de suelos de la amazonia peruana altamente degradados por la agricultura y por el inadecuado manejo que se da en la actualidad, que causa la pérdida o falta de nutrientes que son necesarios para la producción de las plantas, puesto que en el futuro presentara la poca capacidad de retención de nutrientes catiónicos como Calcio, Magnesio y Potasio donde principalmente los contenidos de nitrógeno y materia orgánica se vean agotados.

En este trabajo de investigación se utilizó un diseño experimental con correlaciones lineales directas ya que se desarrolló a través de varios tipos de producción de biochar o carbón vegetal con la recolección de biomasa residual de los cultivos agroforestales de tales como la cascara del cacao, palma aceitera, palmito de pijuano y cascara de arroz, el cual se recolectó un total de cinco sistemas de usos de tierra correspondientes a las provincias de San Martín, Mariscal Cáceres y Iquitos, así mismo la producción del carbón vegetal se llevó a cabo en la estación experimental a través de la pirolisis lenta y pirolisis rápida, el área oscilaba en una elevación entre los 180 a 530 metros sobre el nivel del mar, donde su temperatura es de 27.3 °C al año, y su humedad oscila 73 % a 80 %, se realizó una selección de las materias primas a usar, el cual se construyó un horno para realizar la carbonización de la materia prima para ser convertido en carbón vegetal a través de la técnica de pirolisis lenta y rápida.

De esta manera se llevó a cabo se obtuvo 27 kg de carbón vegetal el cual presentaron que su pH es alto es decir ácido que es capaz de ayudar al suelo a retener los nutrientes que necesita, por otro lado el biochar obtenido fueron aplicados en los suelos degradados obstandamente evaluados a través de sus parámetros obteniendo un cambio en el contenido de su pH de 8.13 en los suelos que viene hacer neutra, con un nivel total de nitrógeno de 14.20 y una densidad promedio de 0.3 Mg m⁻³, y aportación del 2.0 % de materia orgánica el cual explica que por naturaleza porosa del biochar es un amplio rango de tamaños de poros que da como resultado una densidad baja aparente y una elevada área superficial.

1.3. Teorías Relacionadas Al Tema

1.3.1. Aplicación De Carbón Vegetal

(ABENZA, Paco. 2011-2012).). La aplicación del carbón vegetal incide en el ciclo del carbono, retirando una parte de la biomasa para la utilización energética, convirtiendo el suelo en un almacén de este elemento atendiendo a la estabilidad del carbono. La producción de carbón vegetal posee el origen en la combustión incompleta, y la ausencia de oxígeno de cualquier tipo de biomasa natural, Este tipo de combustión parcial ha sido usado de manera tradicional para adquirir las cenizas, la biomasa carbonizada y carbón vegetal se empleaban como abono de cultivos y fuente de energía.

1.3.1.1. Tipos De Fuentes De Producción

➤ Residuos forestales

La actividad productiva forestal genera una importante cantidad de residuos, provenientes principalmente, de ramas y fustes descartados por estar quebrados, que no tienen uso como materia prima, la práctica más común es quemar el desecho o dejar el material en terreno acumulado en hileras y así facilitar las labores de plantación. Estos residuos son producto de las podas, que se le hace a las plantas de los jardines y parques, cuales son arrojados y quemados al aire libre.

➤ Residuos agrícolas

La agricultura produce casi la mitad de los residuos generados en la actualidad, el cual el estudio se ha profundizado en lo que representan un mayor volumen, es decir 35 residuos distintos distinguiendo los generados en el campo de cultivo, entre ellas la fracción vegetal representa 175,300 *tn* en las cuales han sido contabilizado los restos vegetales generados en las mayorías de las fincas. El cual son apartados de las pozas de cultivo con el fin de continuar con una nueva siembra, para ser luego ser quemados al aire libre.

1.3.1.2. Composición Del Carbón Vegetal

➤ Nitrógeno (N)

La cantidad de N que tiene el carbón vegetal es baja en contraposición de lo que absorben los cultivos viene a ser alta, pero al momento de ser aplicado en el suelo se encuentra con los microorganismos que lo habitan y procede a obtener un porcentaje de mayor de concentración de nitrógeno.

➤ Compuestos orgánicos

Los residuos de plantas y animales son descompuestos fundamentalmente a través de la pirolización, convirtiéndolo principalmente en un componente orgánico con contenidos que fluctúan en el suelo, en general aumentan con la humedad y con la disminución de la temperatura. Los suelos de textura fina tienen más materia orgánica. Que los de textura gruesa. Los suelos húmedos tienen más materia orgánica que los secos.

1.3.1.3. Propiedades Físicas

➤ Textura

En las mayorías de sus texturas del carbón vegetal es poroso y frágil con contenido alto en carbono, en el caso del carbón de la cascara de arroz es más fino y fácil de pulverizar, en el caso de la cascara de cacao es más consistente es su corteza y también es fácil pulverizar.

➤ Densidad aparente

Es aquella que nos permite identificar o calcular el volumen o el peso ocupado del suelo para obtener un resultado equivalente, el cual incluye los aspectos que contiene huecos y poros es decir el peso del suelo netamente seco para hallar un desplazamiento natural, con la ayuda del muestro previo a su medición.

1.3.1.4. Propiedades Químicas

➤ pH

Es una característica enormemente importante que considerar porque es un rotundo determinante directo sobre los posibles impactos de la relación que tiene el suelo – el carbón vegetal – planta y el pH resultante dependerá de la materia prima original y de las condiciones operacionales.

➤ Conductividad eléctrica

Es la capacidad para llevar la corriente eléctrica a través de él. Se determina en la resistencia específica, la unidad es el Ωm . Esta propiedad depende de la presión, de la temperatura y del contenido en agua del carbón. El carbón vegetal es considerado en términos generales como un semiconductor.

➤ Materia orgánica

La descomposición de la materia orgánica puede producirse a diferentes velocidades, cuanto mayor sea la complejidad, aromaticidad y dificultad para llegar a ella, más laborioso le resultará su utilización a la micro biota del suelo. Así se consigue que el C quede retenido más tiempo en el suelo, y la transformación de la materia orgánica en CO_2 por los microorganismos se haga más lenta o casi inexistente. Este punto es conseguir una materia orgánica rica en materiales recalcitrantes en sí mismos, o bien, fomentar la formación de éstos por los microorganismos.

➤ Nutrientes de fósforo, potasio y nitrógeno

Los nutrientes suplen la energía para el crecimiento y reacciones químicas de los suelos lo que hace que los nutrientes orgánicos que presenta el carbón vegetal, son a través de la respiración y la energía liberada naturalmente es usada para dirigir reacciones químicas, el cual aporta una gran cantidad de nutrientes de fósforo y en menor cantidad de nitrógeno ya que durante el proceso de la pirolisis lenta hace que pierda nitrógeno.

1.3.1.5. Impactos Ambientales

➤ Negativo

La producción de carbón vegetal, se convertirá en un negocio lucrativo lo cual significa que algunas empresas se aprovechen de las preocupaciones que hay frente al cambio climático lo cual se produciría una libre financiación de sin control ya que esto es una alternativa positiva que contribuye para evitar el desgaste de materia orgánica del suelo el cual es un producto elaborado principalmente de residuos forestales y agrícolas que mayormente que son desechados es ahí donde las empresas usarían los árboles para producir el carbón vegetal y provocaría la deforestación en algunos bosques.

➤ Positivo

Este es un producto que permitirá la restauración y recuperación de los suelos degradados, ya que evitaría que los suelos se erosionen y que la expulsión de carbono o dióxido de carbono hacia la atmosfera sea menor ya que es una técnica que ayuda a secuestrar el carbono existente en el suelo, la aplicación es de una forma tradicional realizado a través de una enmienda orgánica, el cual será un soporte de inóculos de hongos y microorganismos que el suelo necesita para ser ricos en materia orgánica, además favorecerá a la mejora de las micorrizas contra la lucha de las plagas que hay en las plantas y así incrementara el proceso de compostaje para su aprovechamiento.

(MARTINEZ, Carla. 2015). El carbón vegetal es una estrategia que con lleva un riesgo menor que otras opciones de secuestro de carbono, en los que el carbono acumulado puede ser liberado, tanto por incendios, como por la transformación de agricultura sin arado al arado convencional, que pasa por filtraciones de carbono geológico. Cuando el carbono se incorpora en el suelo, hace que su capacidad de adsorción de agua sea mayor y retenga la concentración de materia orgánica y sus nutrientes.

1.3.1.6. Tipos De Fuentes De Producción

➤ Residuos forestales

La biomasa forestal tiene diferente composición de nutrientes y aporta según el tipo de planta se y el cual tienen el potencial de ser incorporados a los suelos: las astillas de madera de resinosas, astillas de árboles caducifolios, las materias primas de estos residuos son suministrados en forma de astillas, que se puede aprovechar para producir carbón vegetal.

➤ Residuos agrícolas

En lo que respecta a residuos agrícolas, la mayoría que son empleados para producir es la cascarilla del arroz ya que es la que compone aproximadamente el 20% en peso del grano es separado en la transformación o proceso de pilado donde se desecha grandes pilas de cascarilla al costado de los molinos.

1.3.1.7. Composición Del Carbón Vegetal

➤ Nitrógeno (N)

El nitrógeno es deficiente en el carbón vegetal ya que presenta durante su elaboración la etapa de la incineración pero eso hace que el nitrógeno se integra con la materia orgánica, frecuentemente se vuelve a transformar en nitrógeno inorgánico a través de un proceso de mineralización, el cual ayuda al suelo a tener más complementación natural que artificial.

➤ Compuestos orgánicos

La suma de todo el material orgánico biológico que se encuentra en el suelo o en su superficie esto viene ser la cantidad de compuestos orgánicos aporte el carbón vegetal en el suelo.

1.3.1.8. Propiedades Físicas

➤ Textura

Su textura es gruesa en el proceso de enfriamiento del carbón vegetal, para que se vuelva fina pasa por el proceso de chancado el cual es el que nos ayudara a definir la textura del suelo que se realizara en su aplicación, cual dependerá directamente de la porosidad que tenga en humedad para la aportación del suelo.

➤ **Densidad aparente**

Debido a que la densidad del biochar es menor a la de los suelos minerales, su aplicación, también puede cambiar la densidad de los suelos con la posibilidad de incrementar la porosidad, aireación, la agregación con la materia orgánica y las arcillas así como tener efectos en la hidrología, en la biomasa de las raíces y la fauna del suelo, todo esencial para el buen crecimiento de la planta.

1.3.1.9. Propiedades Químicas

➤ **pH**

Uno de los beneficios del biocarbón es que tiende a ser alcalino, por lo que puede ayudar a disminuir la acidez de los suelos, el pH de la mayoría de los biochar de pirólisis lenta puede ir de 7.5 a 10.5, es decir de medianamente alcalinos a fuertemente alcalinos sin embargo, se pueden encontrar valores desde cuatro hasta arriba de 12 con otros tipos de pirólisis, es decir a mayor temperatura, el resultado es mayor pH, que manejó temperaturas de 400°C y 500°C con madera de pino, con un pH de 7.55 y 8.30 respectivamente, sin factores como los minerales de la materia prima y ésta misma influyen en el pH de los biochar.

➤ **Conductividad eléctrica**

La C.E. tiene la relación con pirólisis lenta han sido reportados desde 0.05 hasta 9.3 dS/m, por lo que los resultados de los residuos de este estudio se encuentra dentro de ese rango, pues va desde 0.16 dS/m para álamo, 0.57 dS/m para agave, hasta 1.81 dS/m del olote (Tabla 4). La mayoría de las compostas tienen niveles de 1-10 dS/m mientras que los suelos de 0-1.5 dS/m.

➤ **Materia orgánica**

La materia orgánica puede tomar diferentes caminos según su origen y composición. Los compuestos más biodisponibles como la materia orgánica heredada serán utilizados por los microorganismos de mineralización y/o asimilación microbiana. El carbono orgánico que no haya sido mineralizado en su menor biodisponibilidad puede permanecer en moléculas heredadas como celulosa, lignina, proteínas y lípidos o bien sufrir el proceso de humificación pasando a formar parte de la materia orgánica humificada.

➤ **Nutrientes fosforo, potasio y nitrógeno**

De los biochar producidos de plantas, los de madera generalmente tienen niveles bajos de nutrientes mientras que los de hojas y de residuos de alimentos procesados tienen niveles más altos de nutrientes. Sin embargo, el biochar más que incrementar la cantidad de nutrientes en el suelo, permite que el suelo almacene o retenga nutrientes.

1.3.1.10. Impactos Ambientales

➤ **Negativo**

Puede que provoque, la deforestación ilícita de los bosques para su producción ya que es un producto que deriva de las plantas secas, ya que es esencial que tratemos este tema con precaución, dadas que las múltiples consecuencias asociadas con esta tecnología, que supone una gran demanda de biomasa así como la alteración de unos ecosistemas edafológicos de los cuales todavía existe una gran incertidumbre.

➤ **Positivo**

Los suelos donde se ha colocado el biocarbón en combinación con fertilizantes la producción vegetal aumenta y estimula la actividad microbiana. Asimismo, ayuda a regular el pH de los suelos muy ácidos y perfecciona sus propiedades físicas y químicas, algunos estudios, un suelo abonado con carbón vegetal es apto para conservar hasta un 12% más de carbono y también es capaz de aspirar otros gases de efecto invernadero.

Otro aspecto positivo a tener en cuenta la consistencia del carbón vegetal en el suelo. Si bien es difícil pronosticar cuál será su conducta que tendrá a largo plazo, los estudios que se han elaborado en condiciones de laboratorio el cual indican que puede permanecer por un largo tiempo, ya que es sólo una pequeña fracción de éste es la que se degrada.

(GUERRA, Patricia. 2015). La producción y caracterización de biochar o carbón vegetal puede ser transformada a través de la pirolización es decir mediante el proceso de pirólisis en ausencia de aire u oxígeno el cual la biomasa residual de ramas secas, hojas y raíces que por lo general la mayoría de plantas son podadas con la finalidad de establecer a la planta y evitar algún daño en el caso que se pueda caerse, para producir el carbón vegetal la materia prima debe estar totalmente seca para obtener una buena calidad de ello.

1.3.1.11. Tipos De Fuentes De Producción

➤ Residuos forestales

Se puede aprovechar este tipo de residuo el cual es normalmente desechado, en el momento de que las plantas son podadas, el cual genera una gran cantidad de materia prima para aprovechar, todo tipo de masa residual se puede aprovechar en grandes cantidades para la producción de carbón vegetal, tales como las ramas, tallos, hojas secas, entre otros residuos.

➤ Residuos agrícolas

Estos residuos son desechados en el momento de la culminación de la cosecha, por lo que en general se proporciona en grandes cantidades al año o en cada faena de recolección del cultivo, es decir la mayoría de agricultores lo incineran o queman al aire libre el cual produce contaminación de algunos gases que por lo general se dirige hacia la atmósfera.

1.3.1.12. Composición Del Carbón Vegetal

Su composición es muy variada, pero generalmente está compuesto por:

➤ Nitrógeno (N)

El Nitrógeno viene a ser el más sensible al calor, por el cual se espera que su contenido se bajó en la producción del carbón vegetal ya que se produce a través de altas temperaturas de calor, el cual se ha demostrado en varias muestras de carbón vegetal obtienen niveles bajos de nitrógeno, ya sea a su pérdida de óxidos de nitrógeno o amoníaco durante el proceso de carbonización.

➤ **Compuestos orgánicos**

Su composición orgánica varía según el tipo de material empleado, se compone a través del carbón orgánico recalcitrantes de contenidos de macronutrientes y micronutrientes retenidos de su materia prima original.

1.3.1.13. Propiedades Físicas

➤ **Textura**

La textura del biochar es la que determina directamente el grano de su materia usada para su elaboración, relativamente se considera una textura gruesa en sus estado inicial, luego se convierte en fina y poroso al ser completamente pulverizado.

➤ **Densidad aparente**

Es la que nos permite medir y evaluar la calidad del suelo, como un indicador de estructura, resistencia mecánica y la cohesión del mismo suelo, para poder medir la densidad aparente se basaron en los lineamientos de la norma que viene hacer el Método de ensayo estándar para la densidad aparente de carbón, el cual se determinó el porcentaje de espacio poroso y el volumen total de poros del suelo y del carbón vegetal.

1.3.1.14. Propiedades químicas

➤ **pH**

Es la Característica principal debido a que es un determinante directo en los efectos de vinculo que hay entre el suelo, el carbón vegetal y el cultivo, el pH viene a ser un resultante que depende de la materia prima única u original de las condiciones operacionales del suelo, ya que se da a partir de una muestra fresca con determinación al impacto que puede ver en el suelo, hasta que el carbón vegetal alcance su estabilidad con el dióxido carbono atmosférico.

➤ **Conductividad eléctrica**

La C. E es la que simboliza la medida del contenido total de sales disueltas en el carbón vegetal, incluyendo los fertilizantes y sales neutras que se hallan en la solución, no necesariamente es un problema, pero cuando tiene demasiada sal tiene un impacto desfavorable en la mayoría de la plantas.

➤ **Materia orgánica**

La materia orgánica puede estar protegida física y químicamente, ralentizándose la implementación de esta fuente de energía por las poblaciones microbianas. La protección física y la capacidad de descomposición de la materia orgánica han sido reconocidas como un control de la materia orgánica en el suelo, es decir, la biodisponibilidad del C no depende únicamente de su estructura.

➤ **Nutrientes fosforo, potación y nitrógeno**

Las muestras de concentración de nutrientes del carbón vegetal, no derivan lo suficientes altas para poder promocionar su uso directo desde el punto de vista de aporte de nutrientes, aunque de acuerdo a sus propiedades evaluadas: su densidad aparente es baja, es elevado en materia orgánica y tiene alta relación de nitrógeno carbono y sus nutrientes principales que necesitan el suelo para aportar a los cultivos.

1.3.1.15. Impactos Ambientales

➤ **Negativo**

Se realizó un estudio de caracterización de biochar, teniendo en cuenta que se usó 4 tipos de masa residual para la producción del carbón vegetal el cual se observó las siguientes influencias en el momento de la aplicación, esto se refiere a que las propiedades biológicas del suelo, ya que a partir del proceso de la pirolisis la biomasa alcanza mayor estabilidad el cual la mineralización del carbono es menor cuando se usa como enmienda, sin embargo al someter a altas temperaturas la biochar tiene un impacto negativo sobre los microorganismos que se encuentran en el suelo.

➤ **Positivo**

Los impactos evaluados en la fertilidad del suelo han sido expuestos con un incremento del pH en los suelos ácidos, en los sectores tropicales se han reportado altos incrementos en la productividad de los cultivos ya que el carbón vegetal ha sido acondicionado junto con los fertilizantes orgánicos o inorgánicos, reportando incrementos, con respecto a parcelas sin enmiendas, sería de mucha utilidad para el país por los suelos en la amazonia son suelos mayormente evolucionados y muy ácidos.

1.3.2. Recuperación De Nutrientes De Suelo Agrícola.

(ACOSTA, Carlos. 2006). La Recuperación del suelo está constituido en su mayoría por materiales minerales, producido de la descomposición de la roca madre de la corteza del suelo agrícola y la disposición del suelo suele aportar nutrimentos a las plantas. También por las acciones de diferentes cambios del clima, como son la lluvia, y el viento, los cuales impactados por los cambios de temperatura del día y de la noche. Otro agente constituyente del suelo es el factor biótico tales como, las plantas, los animales y en general la materia orgánica que cae en la superficie y entra en contacto con seres microbianos donde se encarga de desintegrar la materia orgánica y revolverla con las partículas minerales.

1.3.2.1. Propiedades Del Suelo

Las proporciones de los componentes del suelo generan propiedades que le dan identidad. Las propiedades se dividen en físicas, químicas y biológicas.

1.3.2.1.1. Propiedades físicas y químicas

➤ **Textura**

Son aquellas proporciones de partículas que se encuentran en el suelo y está comprendido por partículas, cuya clasificación se tomara por tamaño y se divide principalmente en tres: Limos, Arena y arcilla. Las diferentes proporciones se dan en cada una de estas fases constituye la textura de un suelo.

➤ **Estructura**

La forma en que están acomodadas esas partículas en agregados del suelo.

➤ **Color**

Este parámetro no influye en el crecimiento del cultivo pero si es importante identificarlo pero es importante identificarlo ya que podemos identificar sus características del estado en que se encuentra el suelo.

➤ **Potencial de hidrogeno (pH)**

Es la cantidad de iones que el suelo tiene, y se puede medir a través de un extracto de saturación o una mezcla de suelo con agua. Estos son los métodos más usados para determinar si un suelo es ácido o es alcalino. El pH se establece en una escala de 1 a 14 y donde 7 es el valor neutro.

➤ **capacidad de intercambio catiónico (CIC)**

La capacidad que tiene un suelo de sostener una carga eléctrica. Cuantas más partículas pequeñas (0.002 mm) un suelo tenga, su capacidad de carga es mayor. Es decir que a mayor carga, la retención de partículas químicas es mayor para nutrir a las plantas.

➤ **Materia orgánica**

Este es uno de los compuestos más importantes que el suelo debe tener, ya que es un compuesto esencial para el crecimiento de las plantas. Se mide a través de la cantidad de nutrientes tiene el suelo con la realización de un método de análisis para su determinación.

(CALVO, Luis. 2007). Los suelos que tienen bajos rendimientos es debido a su escaso contenido de nutrientes que las plantas, el cual se implementa muchas técnicas u estrategias para el aprovechamiento de los residuos pueden ser usados como renovadores de suelos que tiene bajo contenido de nutrición, cuando son susceptibles de aumentar algunas propiedades físicas y químicas del suelo, y podemos usar como abono aquellas cosas que se pueden aprovechar para elaborar el proceso de recuperación de nutrientes.

1.3.2.1.2. Propiedades físicas y químicas

➤ pH y conductividad eléctrica

Los mecanismos que regulan el pH son múltiples, en general, los procesos de mineralización de la materia orgánica implican una disminución de pH.

➤ Macronutrientes y micronutrientes

Se necesita conocer varios aspectos característicos del suelo, para poder identificar qué tipo de suelo es apto para el cultivo que se desea sembrar, porque de esa manera se puede identificar la cantidad de nutrientes que tiene el suelo, esto se puede medir a través de sus diferentes parámetros tales como el fósforo, potasio y el nitrógeno que son esenciales para que el suelo sea productivo.

➤ materia orgánica

Se producen incrementos de la macro porosidad y de la capacidad de retención de agua a la vez que aumenta las poblaciones microbianas del suelo y estos microorganismos utilizarán los materiales orgánicos disponibles para sus necesidades metabólicas, llevando a cabo un proceso permanente de descomposición de la materia orgánica liberando nutrientes para las plantas.

(PEREZ, Antonio 2009). Hoy en la actualidad la agricultura necesita una enmienda segura, que se aporte nutrientes a largo plazo sin causar daños de pérdidas de ningún nutriente, los cuales se debe aplicar una enmienda que mantenga los niveles de materia orgánica de una u otra forma las pérdidas de su nutrición que son directamente debidas a los cultivos, al pastoreo y a la migración de las aguas superficiales.

1.3.2.1.3. Propiedades físicas y químicas

➤ Textura

La textura del suelo está compuesta por partículas de diferentes tamaños donde las más gruesas se denominan arenas, las medianas limos y las pequeñas arcillas. Para poder determinar la textura del suelo se basa aun a un proceso de análisis granulométrico.

➤ **Materia Orgánica**

Este parámetro es también conocido como carbono orgánico el cual el suelo almacena tres veces más que la atmosfera, donde está compuesta descomposición de residuos de plantas y animales y el crecimiento microbiano del suelo, por el cual viene ser el principal componente que los cultivos necesitan para rendir mejor en su producción, el cual está formada por agua y material mineral lo cual se refiere a los demás componentes que un suelo apto para agricultura debe tener tales como el K, Ca, Mg, Na, P y S.

➤ **pH**

Para medir este parámetro es muy sencillo, se mide el pH del suelo para poder idéntica que tipos de cambios hay en el suelo en el momento de aplicar la enmienda ya sea de compostaje o bio abono, el cual debe presentar una liberación de ácidos orgánicos durante el proceso de absorción.

➤ **Niveles de Nutrientes**

Los niveles de nutrientes que el suelo tiene debe ser apto para la siembra de un cultivo, el cual existen suelos que son específicamente para el cultivo de algunas plantas el cual son aptas para crecer, sus composición de estos nutrientes debe ser buena con la presencia de carbono orgánico, N y P, que podemos encontrar en el suelo para su metabolismo y mecanismo de transporte que realiza el suelo durante su proceso de fertilización.

➤ **Conductividad Eléctrica**

En estos casos la conductividad eléctrica del suelo al colocar una enmienda de abono orgánico hace que aumente el cual es debido al grado de mineralización de la materia orgánica, que no es obstatante, por que también tiene en algunos casos a disminuir debido a las lixiviación, cual es uno de los parámetros que ayuda a identificar el límite de utilización de abono orgánico en el suelo.

1.4. Formulación del problema

¿Cuál de los tratamientos de carbón vegetal lograra mayor recuperación de nutrientes en suelo agrícola?

1.5. Justificación del estudio

El presente trabajo de investigación se enfocará a estudiar la situación actual de la degradación de los suelos agrícolas y se observará en diferentes ámbitos de producción de carbón vegetal con la finalidad de formar un nuevo producto que ayude a implementar la recuperación de los nutrientes del suelo que está desgastado o tienen un porcentaje menor de materia orgánica.

Siendo los procesos migratorios uno de los principales problemas tales como los incendios forestales y agrarios, la tala ilegal y manejo no proyectado de la extracción forestal menciona que el bajo nivel económico del país, hace que haya una reducción de las oportunidades de ganarse la vida en el sector agrícola, el cual desempeña una fuerte presión sobre las áreas de bosque y de la agricultura, haciendo un problema mayor de la degradación de los suelos agrícolas. **(COLLEEN, Rachel. 2008.)**

Una parte de la baja producción de los cultivos, es debido al mal manejo del suelo que los agricultores le dan y no tienen conocimientos de cómo deben usarlos adecuadamente esto es porque ellos se basan en la agricultura sola para abastecer sus respectivas necesidades donde emplea el uso excesivo de fertilizantes, también por la mala aplicación del riego y la sobre explotación de ello hace que las tierras se vuelvan alcalinos y genera la pérdida de nutrientes. Esto se ha vuelto preocupante ya que el uso que se da en la actualidad no es favorable, y las consecuencias se observara en un futuro cuando no veamos más suelos productivos, sino suelos degradados con alta concentración de sales debido al mal uso antrópico y por la misma naturaleza.

Por esta razón pretendo aportar resultados acerca del comportamiento del carbón vegetal aplicándolo en cuatro tratamientos sobre el suelo que se encuentra degradado, de esta manera pretendo comprobar cuál de los cuatro tratamientos es eficiencia en su aplicación para la recuperación de nutrientes en los suelos.

Así, permitiría mostrar los cambios que se generan para acostumbrarse a las recientes circunstancias del ecosistema, además que vale la pena profundizar los conocimientos teóricos sobre los procesos que el suelo tiene para que se adapte al proceso de producción, además de ofrecer una mirada integral sobre el daño ambiental que está obteniendo el crecimiento económico no sustentable de nuestra región.

1.6. Hipótesis

El tratamiento aplicado con mayor contenido de carbón vegetal será el que más recupere nutrientes en el suelo agrícola.

1.7. Objetivos

General:

- Determinar cuál de los cuatro tratamientos de carbón vegetal es más eficiente en la recuperación de nutrientes en suelos agrícolas.

Específicos:

- ❖ Producir carbón vegetal a base de residuos agrícolas específicamente de cascara de cacao y cascara de arroz.
- ❖ Realizar análisis físicos y químicos el suelo agrícola antes de aplicar el carbón vegetal.
- ❖ Aplicar el carbón vegetal en 4 tratamientos diferentes en las respectivas semi parcelas del suelo agrícola.
- ❖ Evaluar cuál de los cuatro tratamientos es más eficiente en la recuperación de nutrientes en el suelo agrícola.

II. MÉTODO

2.1. Diseño De Investigación

Diseño cuasi Experimental con prueba de hipótesis.

Cuasi Experimental: Pretende realizar un diseño de “Bloques Completamente Randonizado” con un análisis de varianza.

2.2. Variables, Operacionalización

Aplicación de carbón vegetal

Recuperación de nutrientes en suelo agrícola.

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	RANGO
<i>Aplicación De Carbón Vegetal</i>	La aplicación y uso del biochar incide en el ciclo del carbono, retirando una parte de la biomasa para uso energético y convirtiendo el suelo en un almacén de este elemento atendiendo a la supuesta estabilidad del carbono. La producción de biochar (carbón vegetal) tiene su origen en la combustión incompleta o parcialmente anaeróbica (pirolisis) de cualquier tipo de biomasa natural. Este tipo de combustión parcial ha sido utilizado de manera tradicional en España para la obtención de cenizas, biomasa carbonizada y carbón vegetal que se utilizaban como abono de cultivos y fuente de energía.	Para la producción de carbón vegetal En una parcela de 8 m ² se dividirá 5 bloques de 200 cm de largo por 80 cm de ancho, se aplicara el carbón vegetal en diferentes cantidades de 4, 6, 8 y 10 kg de forma aleatoria en el suelo.	• <i>Dosis de materia prima.</i>	• cascara de cacao y de arroz.	4 kg. 6 kg 8 kg 10 kg
			• <i>propiedades físicas del carbón vegetal</i>	• Textura • temperatura	----- • 80 – 200 °C
			• <i>propiedades químicas del carbón vegetal</i>	• pH • Materia orgánica	• 7,4 entre 10 • 0,65 – 1,15 %
				• Nutrientes, fosforo y potasio	-----

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	INDICADOR	RANGO	CATEGORIZACION
Recuperación De Nutrientes En Suelo Agrícola	La agricultura es caracterizada por labranzas intensivas que realizan al suelo, expuesto a lluvias torrenciales, al viento y a los rayos directos del sol, causa un rápido proceso de descomposición de su capacidad productiva. Entre las recomendaciones para recuperar un suelo enfermo, se cuentan la corrección de la acidez, fertilización orgánica y química, el cultivo de abonos verdes y la rotación de cultivos.	<ul style="list-style-type: none"> Se realizara análisis físicos y químicos del suelo donde ha sido aplicado el carbón vegetal, el cual se realizara 1 muestra por cada repetición, el primer análisis se realizará a los 20 días, de su aplicación, y el análisis final se realizara a los 45 días por cada tratamiento. 	<ul style="list-style-type: none"> Conductividad eléctrica 	<ul style="list-style-type: none"> 0 – 2000 µs/cm 4000 – 8000 µs/cm > a 16000 µs/cm 	<ul style="list-style-type: none"> Baja Medio Alta
			<ul style="list-style-type: none"> Materia orgánica 	<ul style="list-style-type: none"> 0.00% - 0.60% 1.20% - 1.80% 2,41% – 3.00 % Mayor de 4.20% 	<ul style="list-style-type: none"> Extremadamente bajo Medianamente pobre Medianamente rico Extremadamente rico
			<ul style="list-style-type: none"> Fosforo 	<ul style="list-style-type: none"> 0.00 – 5 ppm 6.00 – 10 ppm 11 – 14 ppm 15 – 20 ppm de 21 a más 	<ul style="list-style-type: none"> Muy bajo Bajo Medio Alto Muy alto
			<ul style="list-style-type: none"> Textura 	-----	<ul style="list-style-type: none"> Limo, arcilla, arena, franco arenoso, franco arcilloso.
			<ul style="list-style-type: none"> pH 	<ul style="list-style-type: none"> 0 - 6 7 - 7.9 8 - 14 	<ul style="list-style-type: none"> Acido Neutro Básico o alcalino

2.3. Población Y Muestra

Población

En el presente trabajo de investigación, la población está conformada por 2 hectáreas de terreno agrícola dedicado a la siembra de *Zea mays* y *Medicago sativa*.

Muestra

La muestra está formada por un área de 8 m², divididos en 5 semi-parcelas de las mismas medidas.

Muestreo

Muestro probabilístico, aleatorio simple, longitudinal.

2.4. Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos, Validez

2.4.1. Técnicas de recolección de datos

Para realizar este presente trabajo de investigación se basó de la siguiente manera:

Técnica de campo (recolección de muestras)

La materia prima para la elaboración del carbón vegetal, serán recolectados en sacos de 50 kg, para ser depositados en el campo experimental y ser quemado en el horno construido.

La cantidad que fue recolectada va a depender del tipo, tamaño y volumen de la materia prima que se necesita para llevar a cabo este trabajo de investigación, cada muestra va ser obtenida directamente de una parcela escogida al azar mediante recolección manual.

Con respecto al muestreo del suelo se tomaron muestras homogéneas por cada bloque dividido, para así definir las medidas necesarias y obtener los resultados.

Técnicas de muestreos

Muestreo superficial

Según el ministerio del ambiente – Perú. Para realizar un muestro superficial se basa en su profundidad de 30 cm y en seleccionar el suelo agrícola donde se pretende ejecutar una medición de sus parámetros.

En el caso del suelo agrícola es recolectar varias muestras en todo el perímetro del proyecto.

Técnicas de análisis físicos y químicos para suelo

❖ Determinación de pH

Según **GOYENOLA, Guillermo. 2007.** Para determinar el pH se utilizó el método electrométrico, el cual nos permitirá identificar si el suelo está dentro de los rangos establecidos del pH es decir si es un suelo ácido, neutro o salino.

❖ Determinación de Conductividad Eléctrica

Según **SANTIBÁÑEZ, Claudia. 2005.** Para la conductividad eléctrica se determinó a través del método de extracto saturación el cual se realiza mediante el proceso de pasta de un 100 gr de suelos con 100 gramos de agua destilada (1/1), y se midió con un conductímetro.

❖ Determinación de Materia Orgánica

Según **Carreira, Daniel. 2010.** La materia orgánica se evaluó por el método Walker Black, este método viene a ser un proceso del suelo con el carbono orgánico que están presentes, y se evalúa a través de la oxidación del carbono que se origina de una disolución de Dicromato de potasio y el ácido sulfúrico, el cual es importante para observar el nivel de nutrición que brinda al suelo.

❖ **Determinación de Fósforo**

Según **Mackean, Sheyla, 2103**. El fósforo se determinó por el método Olsen modificado, este método ayuda a extraer el fosforo de toda las clases de suelos, ya sea en suelos ácidos como alcalinos y se ubica de manera orgánica como inorgánica donde su solubilidad en el suelo es baja, y las plantas absorben el fosforo disuelto para su desarrollo por medio de las raíces, ya que hace que el suelo sostenga un equilibrio químico estable.

❖ **Determinación de potasio**

Según **MCKEAN, Sheifa. 1993**. El potasio actúa a nivel del proceso de la fotosíntesis, en la translocación de fotosintatos, síntesis de proteínas, activación de enzimas claves para varias funciones bioquímicas, mejora la modulación de las leguminosas, etc. etc. Asimismo, una buena nutrición potásica aumenta la resistencia a condiciones adversas como sequías o presencia de enfermedades.

❖ **Determinación de Carbonatos**

Según **SADZAWKA, Angélica. 1990**. El contenido en carbonatos, junto con el pH, va a dar una idea de la composición y reacción del suelo.

La cantidad de carbonatos de nuestra muestra de suelo fue "0" lo cual nos plantea un dilema, ya que el pH fue alto, por lo que nos planteamos algún error en el procedimiento. % de carbonatos de nivel muy bajo.

❖ **Determinación de Textura**

Según **CROSARA, Alicia. 2013**. Es el indicador que indica el contenido relativo de partículas de diferente tamaño, como la arena, el limo y la arcilla, en el suelo. La textura tiene que ver con la facilidad con que se puede trabajar el suelo, la cantidad de agua y aire que retiene y la velocidad con que el agua penetra en el suelo y lo atraviesa.

2.4.2. INSTRUMENTOS, MATERIALES Y EQUIPOS DE RECOLECCION DE DATOS

Instrumentos de recolección de Datos

- **Ficha de muestreo:** se utilizó la ficha de muestreo del ministerio del ambiente del Perú, el cual me ayudara describir con precisión los siguientes datos de mi lugar de muestra, esta ficha me ayudara a llevar un mejor control de las fechas y horas de mi muestreo.

Materiales de campo

- Palana
- Pico
- Sacos de 50 kg
- Guantes de protección
- Mascarilla
- Yeso 2 kg
- Guardapolvo
- Lapiceros
- Libretas de apuntes
- Guincha
- Cámara fotográfica

Materiales de laboratorio

- Set de tamices
- pHmetro
- Agua destilada.
- Guantes, mascarilla y mandil
- Vasos de precipitación
- Varilla de vidrio
- Probeta de vidrio (25 ml).
- Bureta de 50 ml
- Matraz Erlenmeyer de 500 ml
- Pipeta volumétrica de 20 ml.
- Papel filtro

- Embudo Büchner
- Otros

Equipos de laboratorio

- Potenciómetro
- Balanza.
- Soporte universal
- Balanza analítica o granataria.
- Fotocolorímetro
- Agitador
- Bomba de succión

2.4.3. Validez

La validez de los resultados del trabajo de investigación será a través de los análisis certificados del INIA, ya que realizare mis análisis en el laboratorio con ayuda del encargado el cual me permita evaluar la eficiencia de la aplicación del carbón vegetal en el suelo.

También será validado por el encargado del laboratorio de la universidad cesar vallejo ya que realizare algunos análisis con respecto a los parámetros físicos y químicos del carbón vegetal.

2.5. METODOLOGÍA Y METODOS PARA ANÁLISIS DE DATOS

2.5.1. Metodología Para Toma De Muestra

Muestreo

En este trabajo de investigación consta con un área de 4 m² de largo y 2 m² de ancho siendo un total de 8 m². Se identificaron 6 puntos para realizar el muestro general.

Primer punto de muestro: Con medidas de 30 cm de largo, 30 cm de ancho y 30 cm de profundidad.

Segundo punto de muestro: Con medidas de 30 cm de largo, 30 cm de ancho y 30 cm de profundidad

Tercer punto de muestro: Con medidas de 30 cm de largo, 30 cm de ancho y 30 cm de profundidad

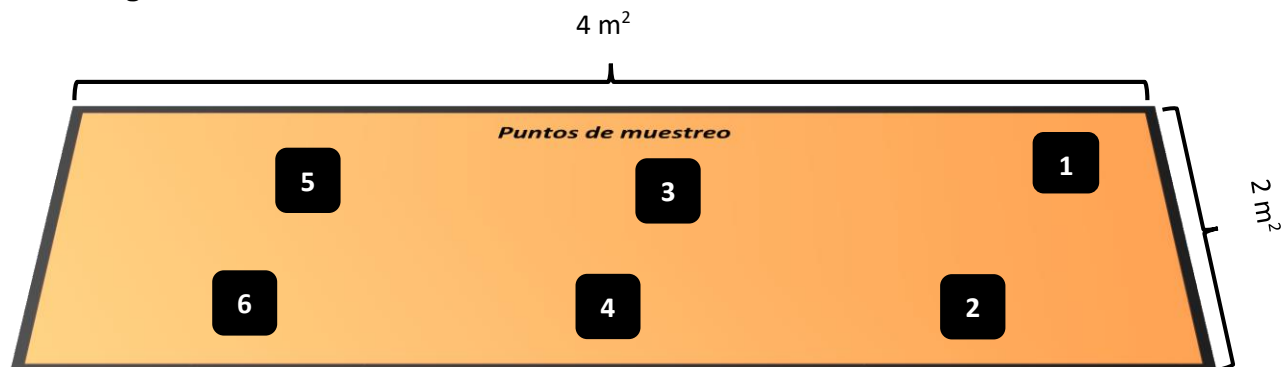
Cuarto punto de muestro: Con medidas de 30 cm de largo, 30 cm de ancho y 30 cm de profundidad

Quinto punto de muestro: Con medidas de 30 cm de largo, 30 cm de ancho y 30 cm de profundidad

Sexto punto de muestro: Con medidas de 30 cm de largo, 30 cm de ancho y 30 cm de profundidad

Luego se pasó a mezclar las 6 muestras de los puntos hasta quede en forma homogénea y se pasó seleccionar de la parte del centro de la mezcla 1 kg aprox. de suelo y se llevó al INIA para realizar el análisis preliminar.

Figura N° 1: Muestreo



Elaboración propia

Selección de la materia a usar

Según las inspecciones hechas en la región Lambayeque y en la zona de estudio, se determinara y se seleccionará la biomasa residual de cada tipo que voy a usar

- **Cascara de cacao:** Es uno de los desechos que constituye el 80 % de su fruto, además contiene una gran cantidad nutrientes que se usara para la realización de carbón vegetal este material se obtuvo de la chacra de mi abuelita que se encuentra en Bagua grande ya que en Chiclayo no se cultiva mucho el cacao por el tipo de sus suelos.
- **Cascara de arroz:** Este residuo es uno de los más comunes en nuestra localidad y es rico en nitrógeno el cual constituye el 20% del grano de arroz el cual se sabe en el proceso del pilado es separado en grandes cantidades, este material se obtuvo de uno de los molinos de Lambayeque específicamente del Molino RAM que se encuentra en la carretera de Lambayeque – Chiclayo.

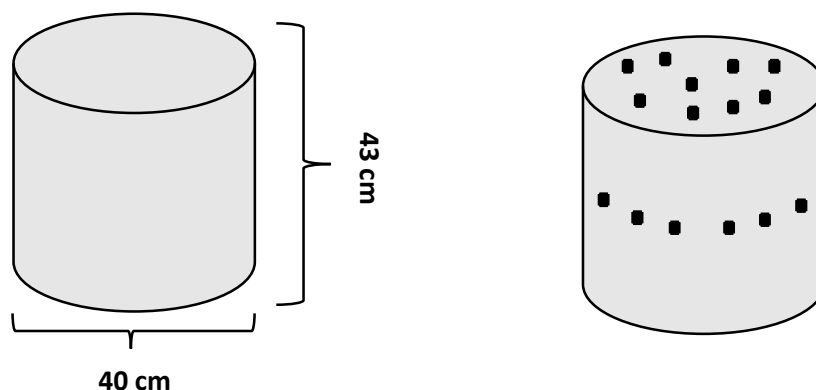
Elaboración del horno pirolítico

Para la elaboración de carbón vegetal, se utilizó un cilindro mediano con medidas 40 cm de ancho con 43 cm de altura, con una capacidad de 10 a 35 kg en la parte superior y alrededor del cilindro se perforaron una serie de agujeros hechos con un clavo de 2 1/2 pulgadas para generar la aireación regulable.

En la parte inferior también se hizo agujeros para asegurar que el horno en el momento de la realización de la pirolización libere su energía concentrada así de esa forma no se genere mucha humedad.

En la parte superior se colocó una tapa de 40 cm de diámetro con agujeros, para evitar que los gases tales como el CO₂, en el momento de incinerar la materia prima que se va usar para hacer el carbón vegetal.

Figura N° 2: Diseño De Horno Pirolítico



Elaboración propia

Producción de carbón vegetal

- a) Se colocó en el horno pirolítico la materia prima de cacao, se pasó a carbonizar en 8 partes debido a la densidad de la cascara, donde tuvo un tiempo de carbonización de 40 minutos con un total de 8 kg siendo un total de 64 kg de cascara de cacao que se carbonizo el cual se obtuvo 13 kg de carbón vegetal de la cascara de cacao.
- b) Se pasó a carbonizar la cascarilla de arroz con un total de 20 kg de cascarilla el cual se pasó a carbonizar y se obtuvo 8 kg de carbón vegetal se incinero en 2 partes ya que la densidad de la cascara de arroz es pequeña y se podía colocar en gran cantidad pero para evitar que en el momento de carbonizar se genere menos contenido de ceniza se carbonizo en dos partes.
- c) Una vez carbonizados ambas materia primas se pasaron a ser mezclados, una proporción de 13 kg de carbonización de la cascara de cacao y 17 kg de carbonización de cascarilla de arroz, se pasó a mezclar ambos tipos de carbón vegetal para la aplicación en el suelo.
- d) Se separó 2 kg del carbón vegetal obtenido, para realizar el análisis en el laboratorio para observar su contenido de materia orgánica.

Aplicación del carbón vegetal en 4 tratamientos

Para su aplicación en tratamientos se realizó de la siguiente manera:

- a) Se preparó en el área total del suelo en 5 parcelas pequeñas con las siguientes medidas 80 cm de largo y 200 cm de ancho por cada semi parcela.
- b) Se aplicó los 4 tratamientos en las parcelas en forma aleatoria constituyéndose de la siguiente forma.

Parcela 1: Tiene como medidas 80 cm de largo y 200 cm de ancho, se aplicó 10 kg de carbón vegetal.

Parcela 2: Tiene como medidas 80 cm de largo y 200 cm de ancho, se aplicó 6 kg de carbón vegetal.

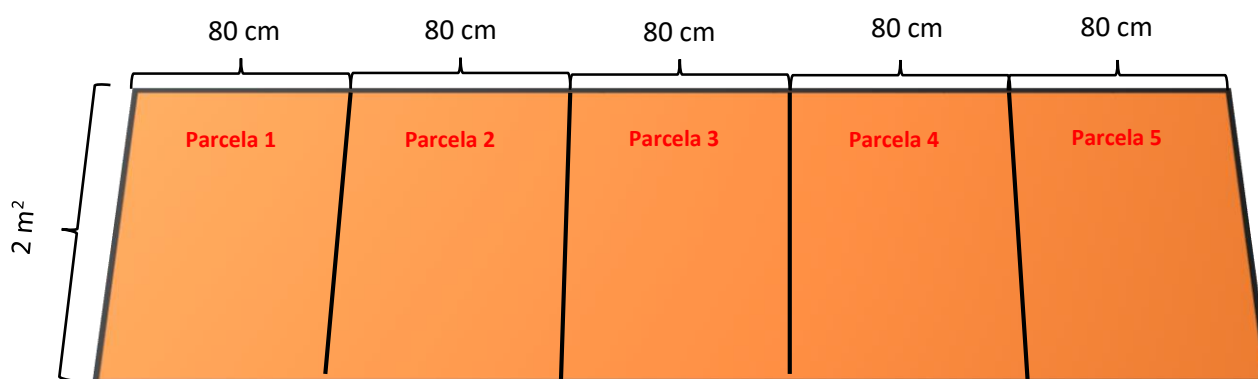
Parcela 3: Tiene como medidas 80 cm de largo y 200 cm de ancho, se aplicó 8 kg de carbón vegetal.

Parcela 4: Tiene como medidas 80 cm de largo y 200 cm de ancho, no se aplicó ninguna cantidad de carbón vegetal ya que viene a ser la muestra testigo.

Parcela 5: Tiene como medidas 80 cm de largo y 200 cm de ancho, se aplicó 4 kg de carbón vegetal.

División de Parcelas.

Figura Nº 3: División De Parcelas



Elaboración propia

2.5.2. Método Para Análisis De Datos

Análisis estadísticos

DISEÑO DE BLOQUES COMPLETAMENTE RANDOMIZADO

Según **Cochran, William 2009**. Explica que es un diseño conocido como doble vía, se aplica cuando las unidades experimentales homogéneas se agrupan, conformando grupos homogéneos llamados bloques.

	T1	T2	T3
I	X_{11}	X_{12}	X_{13}
II	X_{21}	X_{22}	X_{23}
III	X_{31}	X_{32}	X_{33}

ANÁLISIS DE VARIANZA (ANAVA)

1. Hipótesis

$$H_0: T_1 = T_2 = T_3$$

$$H_1: \text{Algún tratamiento es } \neq$$

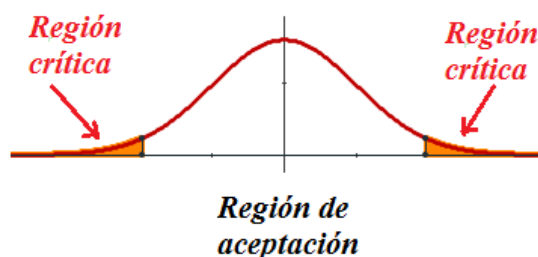
2. Nivel de significación

$$\alpha = 0,05$$

3. Estadística

$$F_k = \frac{CMC}{CME} \sim F_{1-2, (k-1); (r-1)(k-1)}$$

4. Región crítica



5. Cálculos

$$TC = \frac{T^2}{rk}$$

Suma de cuadrados totales

$$SCT = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^k X_{ij}^2 - C$$

Suma de cuadrados de columnas

$$SCC = \sum_{j=1}^k T_{.j}^2 - C$$

Suma de cuadrados de filas

$$SCF = \sum_{i=1}^r T_{i.}^2 - C$$

Suma de cuadrados de error

$$SCE = SCT - (SCF + SCC)$$

6. Decisión

$F_k ER.l$ Rechazo H_0

Algún tratamiento es \neq

2.6. ASPECTOS ÉTICOS

En el presente trabajo de investigación los resultados se basaran en una investigación verdadera, ya que mí en realización de muestreo se basara en un cronograma de días, el cual serán cumplidos con responsabilidad y puntualidad, siempre rescatando en todo momento la información que se obtendrá será como resultados ciertos, conforme a mi procedimiento de la aplicación del proyecto.

III. RESULTADOS

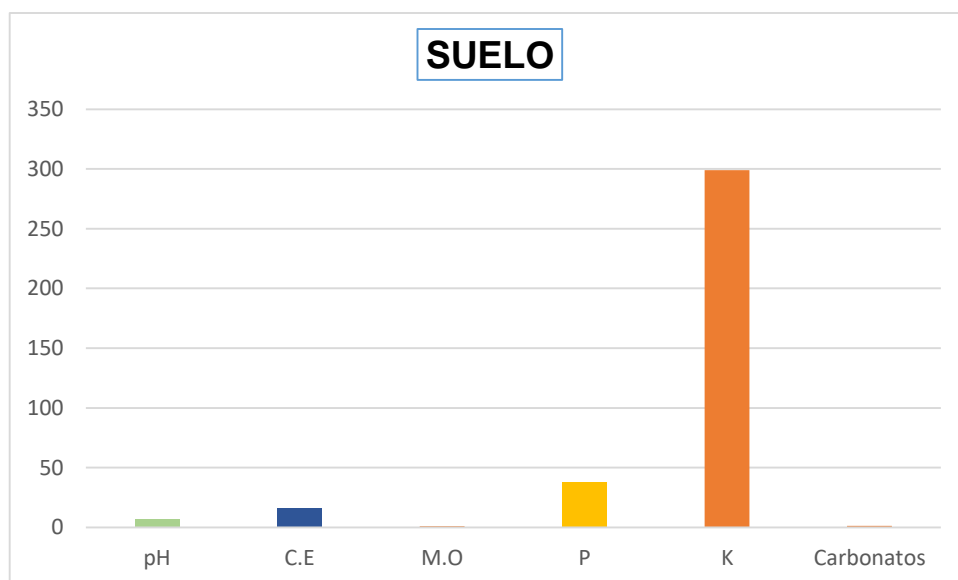
3.1. Determinación De Parámetros Físicos Y Químicos

CUADRO 1: Análisis Del Suelo

DETERMINACION	VALORES
pH	6.65
C.E	15.85 mhos/cm
M.O.	1.00 %
P	38.00 ppm
K	299 ppm
Carbonatos	1.18 %
Textura	Fo Ao

Elaboración fuente propia

GRÁFICO 1: Análisis Del Suelo

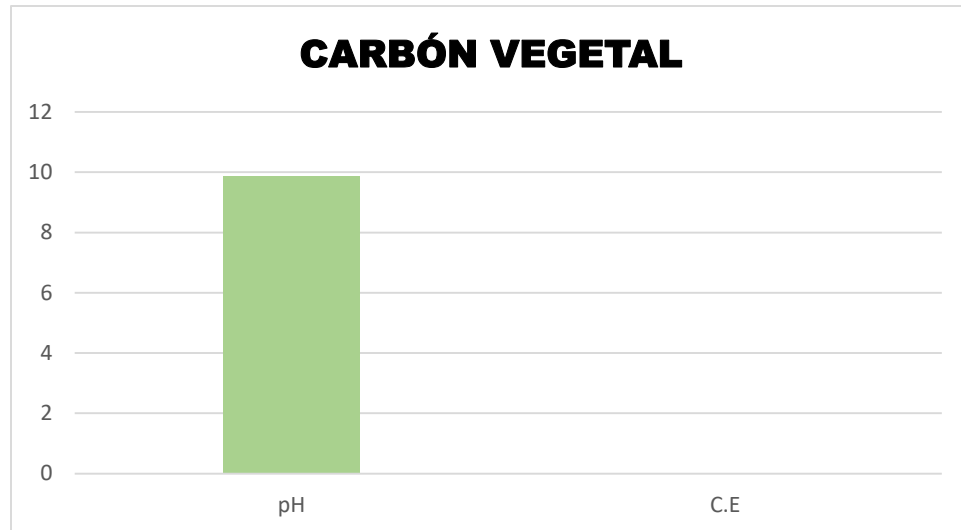


INTERPRETACIÓN: De acuerdo al gráfico podemos observar que en la muestra inicial el suelo presentó un pH de 6.65 ligeramente ácido, la C.E de 15.85 mhos/cm con contenido de sales solubles, En el Nitrógeno, Potasio y Carbonatos con valores bajos, mientras que en la materia orgánica el 1% que viene ser baja y con un contenido alto de fósforo de 299 ppm, y siendo su textura de tipo franco arenoso.

CUADRO 2: Análisis Del Carbón Vegetal

DETERMINACION	VALORES
pH	9.85
C.E	315. 4 us/ cm

GRÁFICO 2: Análisis De Carbón Vegetal

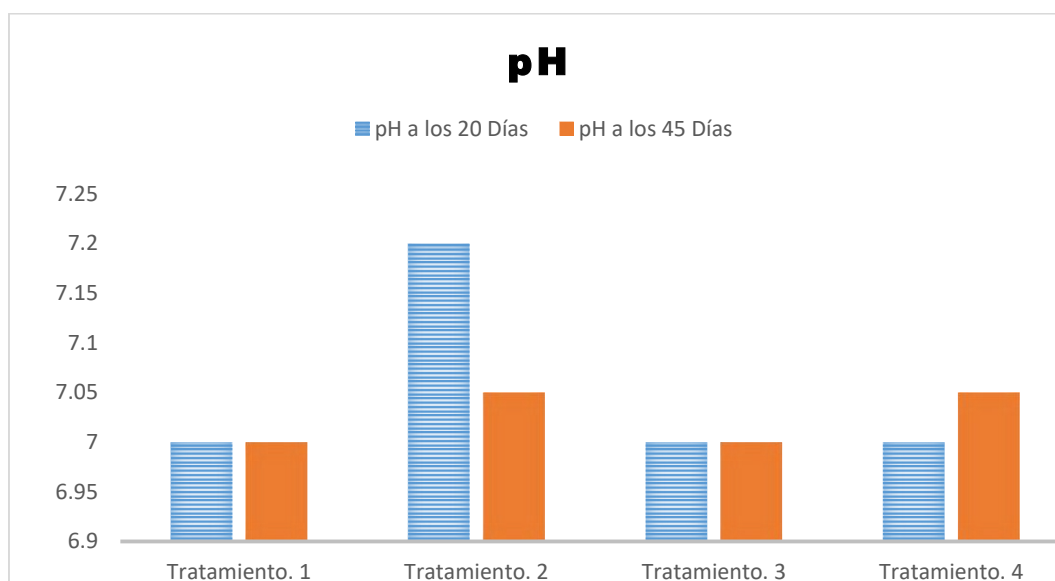


INTERPRETACIÓN: De acuerdo al gráfico en el análisis de carbón vegetal presenta un pH de 9.8 el cual viene a ser un producto ligeramente alcalino debido a que es dependiente a la materia prima que ha sido empleada y la cantidad de carbonatos de calcio influyen en que el pH sea alcalino, mientras que en su conductividad eléctrica de 315.4 $\mu\text{S/cm}$ que contiene poca presencia de sales solubles el cual no influye sobre el suelo al ser aplicado.

CUADRO 3: Determinación De pH

Tratamientos	pH a los 20 Días	pH a los 45 Días
Tratamiento. 1: 10 kg	7.00	7.00
Tratamiento. 2: 6 kg	7.20	7.05
Tratamiento. 3: 8 kg	7.00	7.00
Tratamiento. 4: 4 kg	7.00	7.05

GRÁFICO 3: Determinación De pH

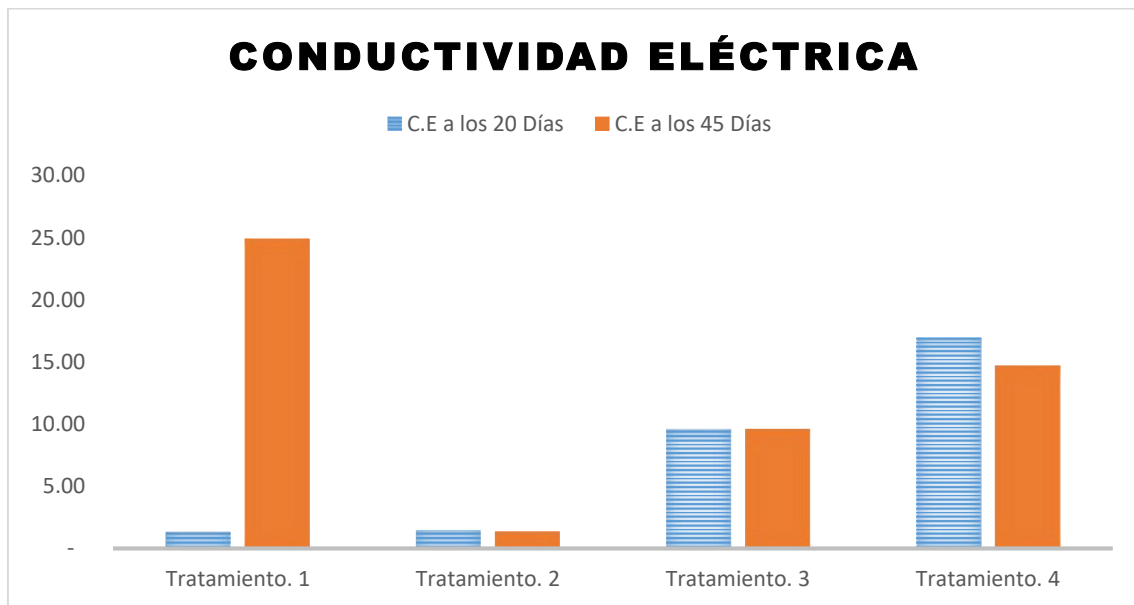


INTERPRETACIÓN: De acuerdo al grafico podemos observar que en el tratamiento 2 a los 20 días se encuentra un valor elevado de pH 7.20 pero sigue siendo neutro, mientras que a los 45 días se disminuyó, en comparación del tratamiento 1 y 3 se mantuvieron valores constantes.

CUADRO 4: Determinación De Conductividad Eléctrica (C.E.)

Tratamientos	C.E. a los 20 Días	C.E. a los 45 Días
Tratamiento. 1: 10 kg	1.36 mhos/cm	24.91 mhos/cm
Tratamiento. 2: 6 kg	1.47 mhos/cm	1.36 mhos/cm
Tratamiento. 3: 8 kg	9.62 mhos/cm	9.62 mhos/cm
Tratamiento. 4: 4 kg	16.99 mhos/cm	14.72 mhos/cm

GRÁFICO 4: Determinación De Conductividad Eléctrica (C.E.)

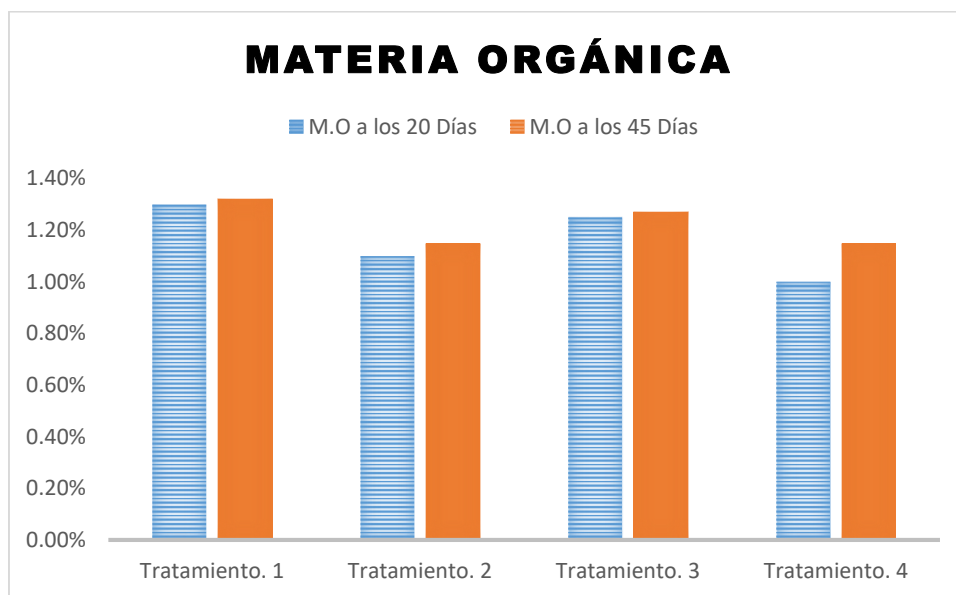


INTERPRETACIÓN: En las muestras de suelos los valores para la conductividad eléctrica, observamos que en el tratamiento 1 a los 45 días su C.E. aumentó debido a varios factores como el agua y el carbón vegetal aplicado a diferencia de la muestra de 20 días se observa mínima cantidad de sales, en el tratamiento 2 los valores de C.E se mantienen dentro de los parámetros permitidos, mientras que en tercer tratamiento la presencia de las sales son constantes en ambos tiempos, sin embargo en el tratamiento 4 los valores a los 20 días la C.E. es mayor a la de los 45 días.

CUADRO 5: Determinación De Materia Orgánica

Tratamientos	M.O. a los 20 Días	M.O. a los 45 Días
Tratamiento. 1: 10 kg	1.30 %	1.32 %
Tratamiento. 2: 6 kg	1.10 %	1.15 %
Tratamiento. 3: 8 kg	1.25 %	1.27 %
Tratamiento. 4: 4 kg	1.00 %	1.15 %

GRÁFICO 5: Determinación De Materia Orgánica

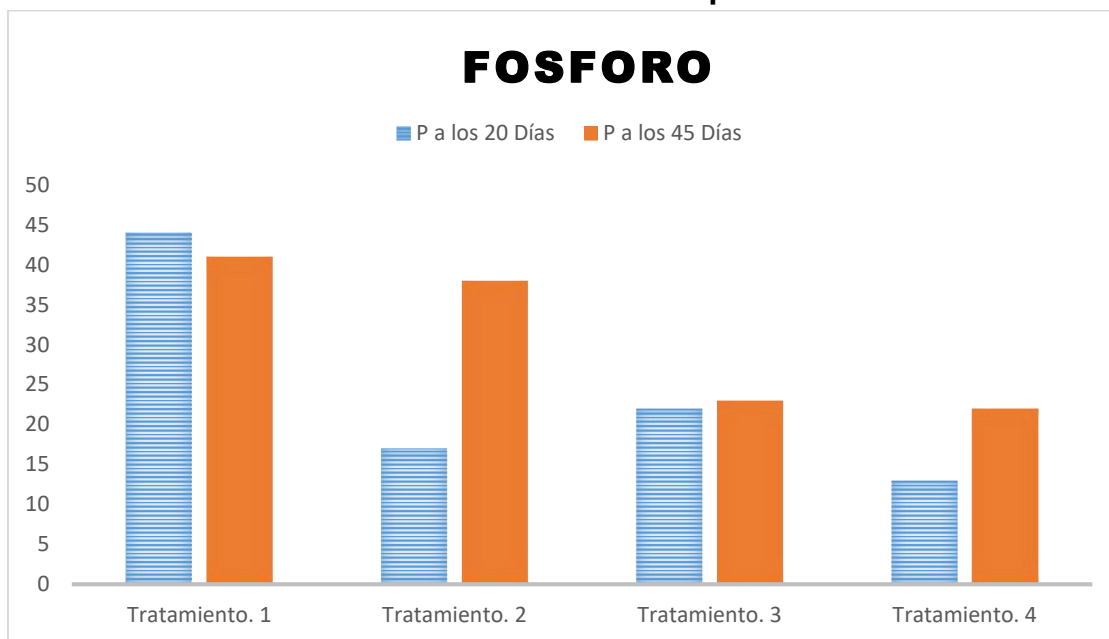


INTERPRETACIÓN: De acuerdo al gráfico podemos observar que en el tratamiento uno se encuentra los valores más elevados de materia orgánica en ambos tiempos, determinado así que fue el mejor en el aumento de materia orgánica en comparación a los otros tratamientos. También podemos observar que en tratamiento tres no están muy alejado al tratamiento uno, lo cual indica que tanto como el tratamiento 1 y 3 son la cantidad óptima para aumentar la materia orgánica en el suelo.

CUADRO 6: Determinación De Fosforo Disponible

Tratamientos	P a los 20 Días	P a los 45 Días
Tratamiento. 1: 10 kg	44.00 ppm	41.00 ppm
Tratamiento. 2: 6 kg	17.00 ppm	38.00 ppm
Tratamiento. 3: 8 kg	22.00 ppm	23.00 ppm
Tratamiento. 4: 4 kg	13.00 ppm	22.00 ppm

GRÁFICO 6: Determinación De Fosforo Disponible

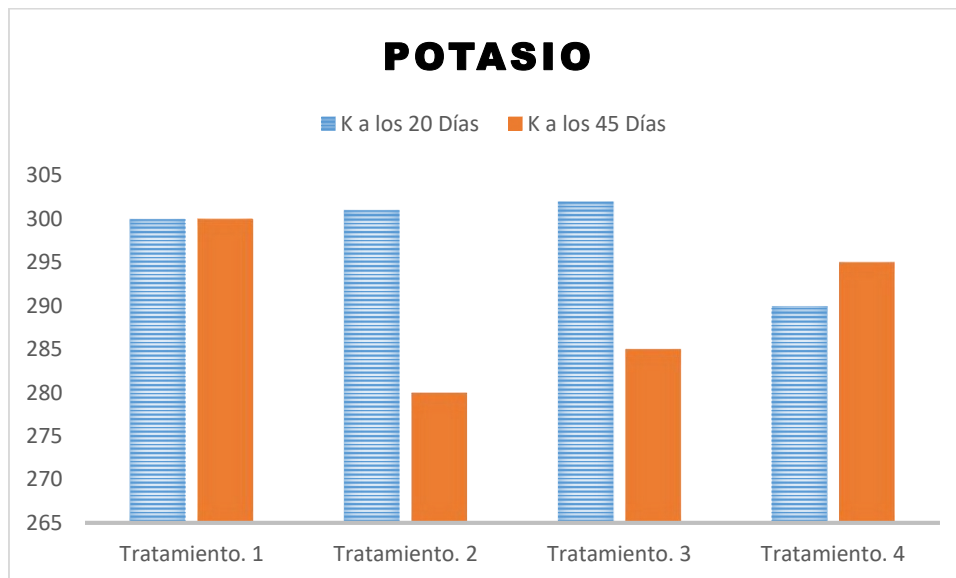


INTERPRETACIÓN: De acuerdo al grafico podemos observar que en los diferentes tratamientos aplicados, en el tratamiento 1 se muestra una elevada presencia de fosforo disponible en el suelo el cual se encuentra los valores más elevados, determinando así que el tratamiento que aumento en el tratamiento 1 es más eficiente, mientras que también podemos observar en el tratamiento 2 a los 45 días se incrementó de manera significativa, en el tercer tratamiento se mantiene constante en ambos tiempos, y en el tratamiento 4 hay una gran diferencia en la recuperación del fosforo en el suelo.

CUADRO 7: Determinación De Potasio Disponible

Tratamientos	K a los 20 Días	K a los 45 Días
Tratamiento. 1: 10 kg	300 ppm	300 ppm
Tratamiento. 2: 6 kg	301 ppm	280 ppm
Tratamiento. 3: 8 kg	302 ppm	285 ppm
Tratamiento. 4: 4 kg	290 ppm	295 ppm

GRÁFICO 7 Determinación De Potasio Disponible

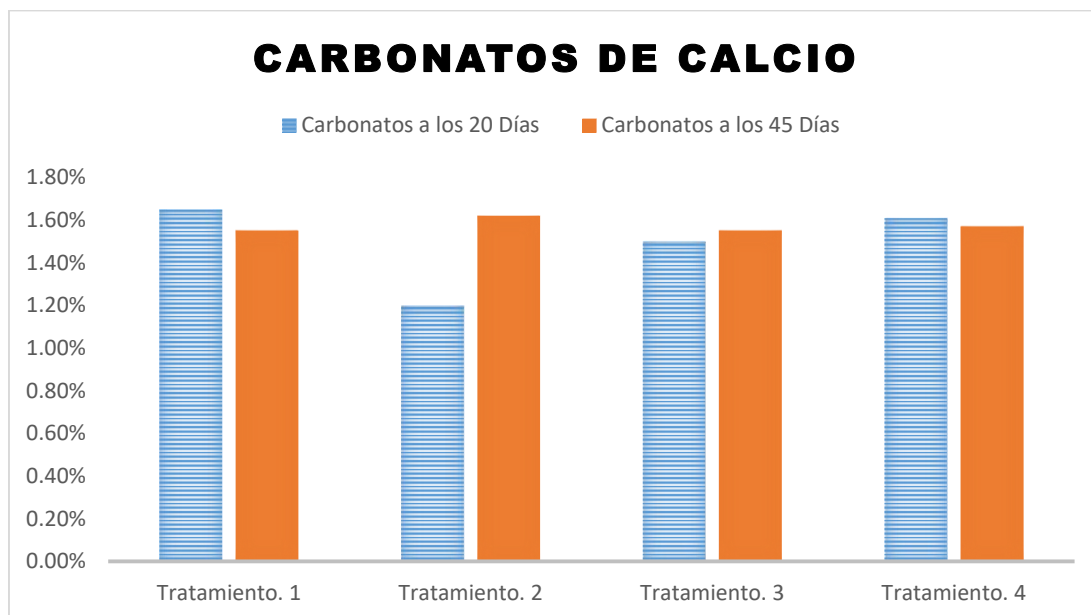


INTERPRETACIÓN: De acuerdo al grafico podemos observar que, en el tratamiento 1 la concentración de Potasio en el suelo es constante en ambos tiempos analizados, mientras que en el tratamiento 2 y 3 se encuentra los valores más elevados de Potasio a los 20 días de la aplicación del carbón vegetal, sin embargo a los 45 días ambos valores disminuyen de forma significativamente, sin embargo en el tratamiento 4 se eleva la concentración a los 45 días.

CUADRO 8: Determinación De Carbonatos De Calcio

Tratamientos	Carbonatos a los 20 Días	Carbonatos a los 45 Días
Tratamiento. 1: 10 kg	1.65 %	1.55 %
Tratamiento. 2: 6 kg	1.20 %	1.62 %
Tratamiento. 3: 8 kg	1.50 %	1.55 %
Tratamiento. 4: 4 kg	1.61 %	1.57 %

GRÁFICO 8: Determinación De Carbonatos De Calcio



INTERPRETACIÓN: De acuerdo al grafico podemos observar que en los diferentes tratamientos aplicados, en el tratamiento 1 sus valores de carbonatos en el suelo son constantes en ambos tiempos analizados, mientras que en el tratamiento 2 se puede observar que a los 45 días es mayor en presencia de carbonatos que a los de 20 días, mientras que en el 3 se encuentra los valores constantes a los días de la aplicación del carbón vegetal sin embargo a los 45 días ambos tratamientos disminuyen de forma significativamente, sin embargo en el tratamiento 4 los valores son se mantienen constantes en ambos tiempos.

CUADRO 9: Determinación De Textura

	Textura a los 20 Días	Textura a los 45 Días
Tratamientos	Fo Ao	Fo Ao

3.2. RESULTADOS ESTADÍSTICOS

CUADRO 10: Determinación De Conductividad Eléctrica

CONDUCTIVIDAD ELECTRICA					
	T1	T2	T3	T4	TOTAL
I	1.36	1.47	9.62	16.99	29.44
II	24.91	1.36	9.62	14.72	50.61
TOTAL	26.27	2.83	19.24	31.71	80.05

CUADRO 11: Análisis De Varianza

ANAVA

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios
Tratamiento	247.30	3	82.433
Block	56.02	1	56.02
Error	212.47	3	70.823
Total	515.79	7	

PRUEBA DE HIPÓTESIS:

- Formulación de Hipótesis**

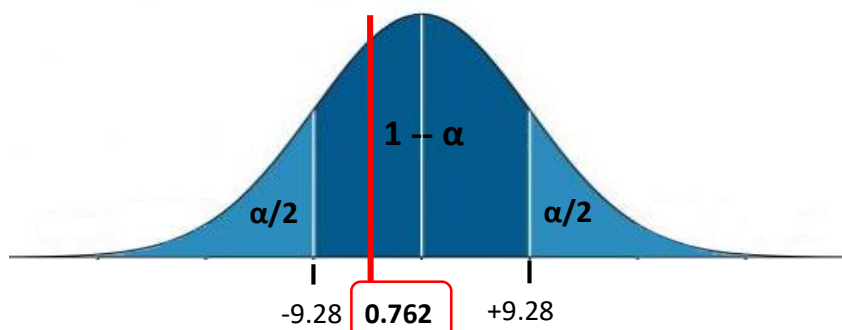
$$H_0: T_1 = T_2 = T_3 = T_4$$

$$H_a: T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq T_4$$

- Nivel de significancia:** $\alpha = 0.05$
- Prueba Fisher:**

$$F_k = \frac{CMT}{CME} = \frac{82.433}{70.823} = 0.762$$

- Región crítica:**



INTERPRETACION:

De acuerdo al gráfico, se puede observar que el valor de F con respecto a la conductividad eléctrica se encuentra dentro de la zona del $1-\alpha$, con lo cual se **acepta la H_0** . Deduciendo así que entre los cuatro tratamientos **no se encontró un cambio significativo**, ya que reaccionan en forma igual.

CUADRO 12: Determinación Materia Orgánica

MATERIA ORGANICA					
	T1	T2	T3	T4	TOTAL
I	1.3	1.1	1.25	1	4.65
II	1.32	1.15	1.27	1.15	4.89
TOTAL	2.62	2.25	2.52	2.15	9.54

CUADRO 13: Análisis De Varianza

ANAVA

Fuente de variación	SUMA DE CUADRADOS	GRADOS DE LIBERTAD	CUADRADOS MEDIOS
Tratamiento	0.0739	3	0.025
Block	0.00765	1	0.00765
Error	0.01	3	0.002
Total	0.0868	7	

PRUEBA DE HIPÓTESIS:

- **Formulación de Hipótesis**

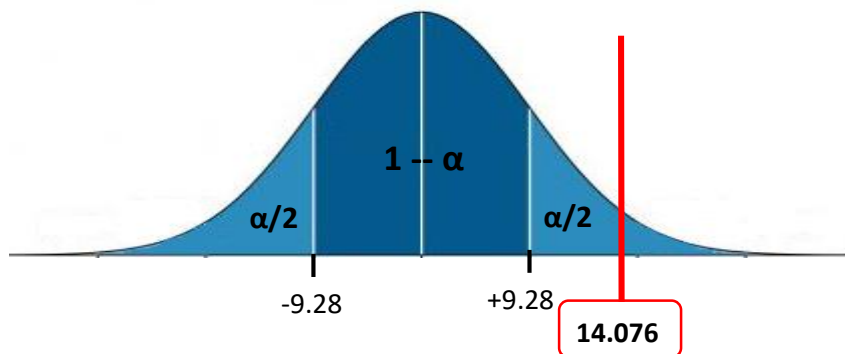
$$H_0: T_1 = T_2 = T_3 = T_4$$

$$H_a: T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq T_4$$

- **Nivel de significancia:** $\alpha = 0.05$
- **Prueba Fisher:**

$$F_k = \frac{CMT}{CME} = \frac{0.025}{0.002} = 14.076$$

- **Región crítica:**



INTERPRETACION:

De acuerdo al gráfico, se puede observar que el valor de F con respecto a la materia orgánica, se encuentra dentro de la zona del $\alpha/2$, con lo cual se **rechaza la H_0 y se acepta la H_a** . Deduciendo así que en los cuatro tratamientos **hubo cambio significativo**, ya que no reaccionan en forma igual.

CUADRO 14: Determinación De Fosforo Disponible

FOSFORO					
	T1	T2	T3	T4	TOTAL
I	44	17	22	13	96
II	41	38	23	22	124
TOTAL	85	55	45	35	220

CUADRO 15: Análisis De Varianza

ANAVA

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios
Tratamiento	365.50	3	121.833
Block	-236.5	1	-236.5
Error	502.50	3	167.500
Total	631.5	7	

PRUEBA DE HIPÓTESIS:

- **Formulación de Hipótesis**

$H_0: T_1 = T_2 = T_3 = T_4$

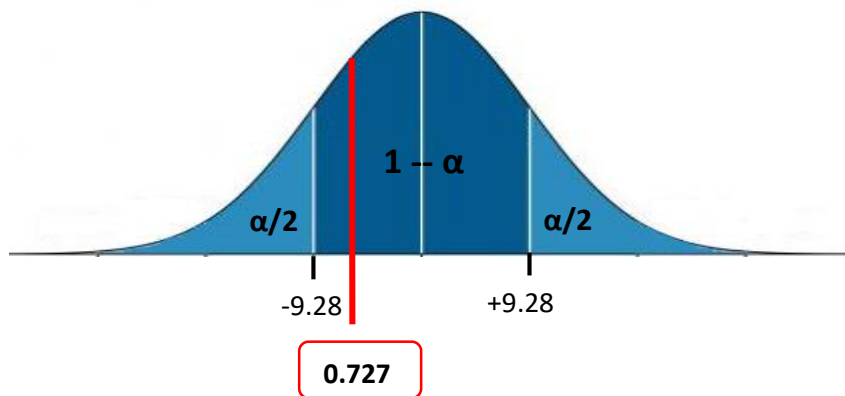
$H_a: T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq T_4$

- **Nivel de significancia:** $\alpha = 0.05$

- **Prueba F:**

$$F_k = \frac{CMT}{CME} = \frac{121.833}{167.500} = 0.727$$

- **Región crítica:**



INTERPRETACION:

De acuerdo al gráfico, se puede observar que el valor de F con respecto al fosforo disponible, se encuentra dentro de la zona del $1 - \alpha$, con lo cual se **acepta la H_0** . Deduciendo así que en los cuatro tratamientos **no existió un cambio significativo**, ya que lo tratamientos empleados reaccionan por igual.

CUADRO 16: determinación De Potasio Disponible

	POTASIO				
	T1	T2	T3	T4	TOTAL
I	300	301	202	290	1093
II	300	280	285	295	1160
TOTAL	600	581	487	585	2253

**CUADRO 17: Análisis De Varianza
ANAVA**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios
Tratamiento	3976.38	3	1325.458
Block	561.125	1	561.125
Error	53516.38	3	17838.792
Total	58053.875	7	

PRUEBA DE HIPÓTESIS:

- **Formulación de Hipótesis**

$$H_0: T_1 = T_2 = T_3 = T_4$$

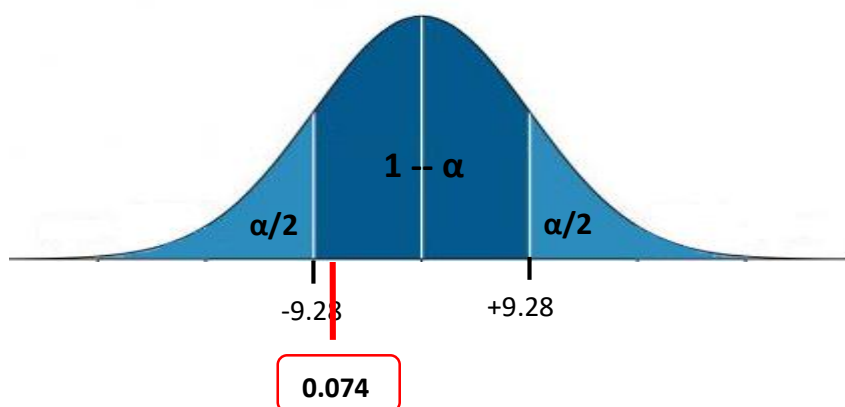
$$H_a: T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq T_4$$

- **Nivel de significancia:** $\alpha = 0.05$

- **Prueba Fisher:**

$$F_k = \frac{CMT}{CME} = \frac{1325.458}{17838.792} = 0.074$$

- **Región crítica:**



INTERPRETACION:

De acuerdo al gráfico, se puede observar que el valor de F con respecto al Potasio disponible en el suelo, se encuentra dentro de la zona del $1 - \alpha$, con lo cual se **acepta la H_0** . Deduciendo así que en los cuatro tratamientos **no hubo cambio significativo**, porque han reaccionado por igual.

CUADRO 18: Determinación De Carbonatos de Calcio

CARBONATOS DE CALCIO					
	T1	T2	T3	T4	TOTAL
I	1.65	1.2	1.5	1.61	5.96
II	1.55	1.62	1.55	1.57	6.29
TOTAL	3.2	2.82	3.05	3.18	12.25

**CUADRO 19: Análisis De Varianza
ANAVA**

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrados Medios
Tratamiento	0.0466	3	0.016
Block	0.0144	1	0.0144
Error	0.0809	3	0.027
Total	0.1419	7	

PRUEBA DE HIPÓTESIS:

- Formulación de Hipótesis**

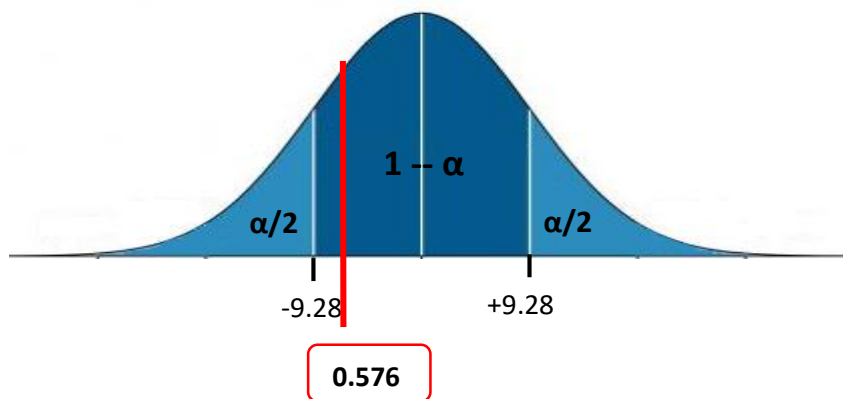
$$H_0: T_1 = T_2 = T_3 = T_4$$

$$H_a: T_1 \neq T_2 \neq T_3 \neq T_4$$

- Nivel de significancia:** $\alpha = 0.05$
- Prueba F:**

$$F_k = \frac{CMT}{CME} = \frac{0.016}{0.027} = 0.576$$

- Región crítica:**



INTERPRETACION:

De acuerdo al gráfico, se puede observar que el valor de F con respecto a los carbonatos de calcio disponibles en el suelo, se encuentra dentro de la zona del $1 - \alpha$, con lo cual se **acepta la H_0** . Deduciendo así que en los cuatro tratamientos **no se encontró un cambio significativo**, ya que reaccionan por igual.

IV. DISCUSIÓN

A partir de los resultados obtenidos, en los cuatro tratamientos aplicados los parámetros de Conductividad eléctrica, Fosforo, Potasio y Carbonatos de Calcio estadísticamente son iguales, debido que las cantidades aplicadas de carbón vegetal no existió cambio significativo en la recuperación de los suelos ya que establece la relación de dependencia entre los cuatro tratamientos, mientras que en la materia orgánica se encontró un cambio significativo, es decir que unos de los cuatro tratamiento es más eficiente en la recuperación de materia orgánica de los suelos agrícolas, como resultados obtenidos en la materia orgánica se observó un cambio en el tratamiento uno a los 20 se obtuvo 1.30 % y a los 45 días 1.32 % diferente al resultado inicial del suelo, por lo tanto el proceso de recuperación del carbón vegetal es que a más días aumenta mejor la materia orgánica en el suelo.

Estos resultados guardan relación con el autor *ABENZA, Paco. 2012*, en su trabajo de evaluación de varios tipos de biochar en suelo y planta, el cual explica la reacción que tuvo al aplicar el carbón vegetal en el suelo y lo evaluó en diferente tiempo y en distintas cantidades obteniendo una concentración de materia orgánica de 2% y 4,2% demostrando que si se usa más cantidad de carbón vegetal en el suelo es más efectivo en la recuperación de la materia orgánica y con respecto a los demás parámetros explica que no hubo cambios significativos de las tres cantidades aplicadas eso quiere decir que al aplicar el carbón vegetal en el suelo solo se centra en la recuperación de la materia orgánica afectando de manera mínima los otros parámetros.

A diferencia de la investigación de *CURIEL, María. 2016*, que sostiene que al aplicar el carbón vegetal en menos tiempo se evidenció una ligera diferencia en la recuperación de nutrientes del suelo, como resultados obtuvo un pH entre 8.3 y 8.7 , ligeramente alcalino, con un alto contenido de carbonatos entre 5.1% a 7.1% en la mayoría de parcelas, encontrándose bajos valores de materia orgánica, 0,7% en todas las parcelas evaluadas y con nivel de fosforo menos de 10 ppm en una gran parte de las parcelas, deduciendo que al aplicar el carbón vegetal en el suelo, recupera la composición del fosforo y los carbonatos a diferencia de la materia orgánica.

En cambio *BATTISTINA, Giovanna. 2014*. En sus resultados obtenidos en su investigación no se encuentra relación alguna con los parámetros analizados en esta investigación ya que no evalúa los parámetros de P, K, CaCO₃ y C.E, ya que únicamente se centra en la evaluación de la materia orgánica el cual sus resultados indicaron que cada cantidad aplicada de biocarbón estableció desigualdades reacciones en el suelo, siendo uno de ellos más óptimo que los otros obteniendo como resultados 3,7 % de carbón orgánico en el suelo, como antes mencionados no explica las reacciones que tuvo los otros parámetros en el suelo.

Sin embargo *GUERRA, Patricia. 2015*. En sus trabajo de investigación no es muy alejada a la investigación ya que obtuvo un total de 27 kg de carbón vegetal que lo aplico en diferentes cantidades en diferentes tiempo en una sola parcela durante tres meses de esa forma evaluó el porcentaje total de recuperación de suelos, obteniendo una recuperación de 2.0% en un total de tres meses, a comparación de los resultados de esta investigación a los 45 días tienes un resultado de recuperación es decir mientras cantidad de carbón vegetal se aplique existirá mayor recuperación en el tiempo.

V. CONCLUSIONES

- Para producir el carbón vegetal se utilizó dos tipos de materias primas la cáscara de arroz y la cáscara de cacao, siendo 35 kg de cascara de cacao para obtener 15 kg de carbón vegetal, mientras se usó casi 80 kg de cascara de arroz para producir 15 kg de carbón vegetal obteniendo un total de 30 kg de carbón vegetal el cual pasaron a ser incinerado en un horno pirolítico compuesto por un cilindro con orificios en la parte superior e inferior, siendo sometido a poca ausencia de oxígeno a una temperatura de 80 a 200 °C, el cual puedes ser una de las estrategias para impulsar a la agricultura ya que podemos aprovechar la materia residual agrícola.
- Al analizar el suelo antes de la aplicación del carbón vegetal presentó un pH de 6.65 que viene ser una reacción ligeramente acida, la conductividad eléctrica de 15.85 mhs/cm presentado altos contenidos de sales solubles, la materia orgánica de 1.00 % siendo medianamente pobre según los rangos establecidos para la calidad de suelos, en el P se obtuvo 38.00 ppm representado un valor alto apto para el crecimiento del cultivo, mientras que en el K 299 ppm con contiendo bajos, y en los CaCO_3 1.180 % con presencia de baja de carbonatos y siendo su textura del suelo franco arenoso que viene a tener baja retención de agua o humedad.
- Para la aplicación del carbón vegetal, se tuvo en cuenta cuatro tratamientos siendo previamente el área de suelo divididas en 5 semi parcelas y se seleccionaron 4 semi parcelas para aplicar los tratamientos, se mesclaron 14kg de cada materia prima producida y se aplicaron los 4 tratamientos en la siguientes cantidades: en la parcela uno se aplicó 10 kg, en la segunda 6 kg, en la tercera 8 kg y en la cuarta parcela 4 kg de carbón vegetal siendo un total de 28 kg de carbón vegetal aplicado en el suelo.

- Al evaluar cuál de los cuatro tratamientos es más eficiente en la recuperación de nutrientes en el suelo, se observó en el tratamiento 1 al tener más cantidad de carbón vegetal el nivel de recuperación de materia orgánica en días es mayor que a las otras 3 cantidades aplicadas, por lo que se concluye que a más carbón vegetal se aplique en el suelo su recuperación es más rápida en el transcurso de los días y pudiendo ser más eficiente en el secuestro de carbono. Por otro lado estadísticamente los parámetros de Conductividad Eléctrica, pH, Fosforo, Potasio y carbonatos son significativamente iguales es decir los cuatro tratamientos recuperan por igual los nutrientes en el suelo sin incluir la materia orgánica.

VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda considerar la aplicación de carbón vegetal como una estrategia eficiente para impulsar la agricultura y plantear una nueva visión de agricultura sostenible ya que se puede aprovechar la biomasa residual y mejorar la fertilidad del suelo, contribuyendo a disminuir el carbono mediante su captura y fijándolo en el suelo.
- Se recomienda el aprovechamiento de la biomasa residual seca, que en su mayoría suelen ser dejados en el campo de cosecha e incinerados al intemperie de la naturaleza, de esta forma producir carbón vegetal y aprovechar una gran parte de los residuos ya que cumple con el aporte de nutrientes al suelo y es una técnica que no causa daño al suelo.
- Es necesario establecer y manejar lineamientos estandarizados para el análisis de las características básicas del carbón vegetal puesto que se plantean diversas metodologías para las investigaciones de recuperación de nutrientes en el suelo.
- Se recomienda usar esta técnica para disminuir la erosión del suelo, con respecto a la captura el CO₂, que produce el suelo así evitar la contaminación atmosférica, y mejorar la calidad del ambiente.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- **ABENZA, paco. 2011 – 2012.** Evaluación de efectos de varios tipos de biochar en suelo y planta, POYECTO DE INVESTIGACION EN LINEA: https://ddd.uab.cat/pub/trerecpro/2012/hdl_2072_202695/PFC_DanielPacoAbenza.pdf
- **MARTÍNEZ, Carla. 2015.** Efectos de enmiendas de biochar sobre el desarrollo en Cucumis sativus L. Var. SMR-58, TESIS EN LINEA: http://biblioteca.cucba.udg.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/5921/Martinez_Chavez_Carla_Cristina.pdf?sequence=1
- **FIALLOS, Luis y FLORES, Luis. 2015.** Restauración ecológica del suelo aplicando biochar (carbón vegetal), y su efecto en la producción de Medicago sativa: proyecto para titulación.
- **INTIWAYS, Martha. 2015.** Adaptándonos al cambio climático con las antiguas civilizaciones del Perú, Producción de biochar para recuperar suelos agrícolas [Mensaje en un blog]. Cuzco: Martha <http://blog.intiways.travel/adaptandonos-cambio-climatico-antiguas-civilizaciones-peru/>
- **JOHANNES, Lehmann y STEPHEN, Joseph.** El bio carbón para la gestión ambiental.
- **CURIEL, María. 2016.** Caracterización de residuos de vid transformados en biochar. España: universidad de Valladolid. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/10324/18893/1/TFG-L%201310.pdf>
- **ERNSTING, Almuth. 2009.** Biochar: carbón vegetal disfrazado de otro negocio tecnológico para enfrentar el cambio climático, revista peruana Ecoportal.net. <http://wrm.org.uy/oldsite/boletin/138/Biochar.html>.

- **GUERRA, Patricia. 2105.** Producción y caracterización de Biochar a partir de la biomasa residual de sistemas agroforestales y de agricultura convencional en la Amazonía Peruana, TESIS DE LA UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA.

- **HERNANDEZ, Jacqueline. 2007.** Tesis doctoral: Bio recuperación de suelos salinos con el uso de materiales orgánicos. De la universidad politécnica de Madrid de la escuela técnica superior de ingenieros agrónomos.
http://oa.upm.es/14869/1/JACQUELINE_HERNANDEZ_ARAUJO.pdf.

- **ACOSTA, Carlos. 2006.** Suelo agrícola, un ser vivo: medición de recuperación de nutrientes en suelos usados en la agricultura.
<https://www.ucm.es/data/cont/media/www/pag-79266/El%20suelo%20vivo.pdf>.

- **CALVO, Luis. 2007.** Trabajo de fin de carrera: Procesos de recuperación de suelos degradados a partir de biorresiduos fermentables de la universidad de León en la escuela superior y técnica de ingeniería agraria.
[file:///C:/Users/Jenni/Downloads/Procesos%20de%20recuperacion%20de%20suelos%20degradados%20a%20partir%20de%20biorresiduos%20fermentables%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Jenni/Downloads/Procesos%20de%20recuperacion%20de%20suelos%20degradados%20a%20partir%20de%20biorresiduos%20fermentables%20(1).pdf).

- **PEREZ, Antonio. 2009.** Tesis doctoral Bases Edafológicas para la Correcta de un Compost de lodos de aguas residuales urbanas, como enmienda orgánica. <https://hera.ugr.es/tesisugr/1803326x.pdf>

- **DE GRYZE, Steven, CULLEN, Michael y DURSCHINGER, Leslie. 2010** En Su Investigación De Evaluation Of The Opportunities For Generating Carbon Offsets From Soil Sequestration Of Biochar.
file:///C:/Users/Jenni/Downloads/Soil_Sequestration_Biochar_Issue_Paper1.pdf

- **BATTISTINA, Giovanna. 2014.** Interactions between different types of biochar and soil microbial activity: the effects on the dynamics of labile organic matter and the behaviour of some pesticides.
https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2014/hdl_10803_283891/gbm1de1.pdf

- **COLLEEN, Rachel. 2008.** The effect of biochar on soil properties and corn grain yields in Iowa.
<http://lib.dr.iastate.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2670&context=etd>.

- **PUSCHENREITER, Markus. 2014.** Waste Management for Nutrient Recovery: Options and challenges for urban agricultura.
<http://www.ruaf.org/sites/default/files/UAM23-Editorial-3.pdf>

- **MINISTERIO DEL AMBIENTE DEL PERU, 2013.** Guía para Muestreo de Suelos en el marco del D.S. 002-2013-MINAM ECA para Suelos
http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2014/04/GUIA-MUESTREO-SUELO_MINAM1.pdf

- **USLAR; Nicole. 2010.** Gaeseous Emissions And Nutrient Fate Modeling In Dairy Operations.
http://146.83.150.183/bitstream/handle/10533/76524/USLAR_NICOLE_1379D.pdf?sequence=1

- **ALBRECHTS, Christian. 2000.** Soil compaction processes and their effects on the structure of arable soils and the environment.
<http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1897/05-074R.1/full>.

- **MINAM, 2011.** revista: La desertificación en el Perú. Cuarta Comunicación Nacional del Perú a la Convención de Lucha contra la Desertificación y la Sequía. Lima, 2011.
[https://www.minsa.gob.pe/portada/Especiales/2011/antitabaco/archivos/mesa/01/LZ%C3%A1rate\(Minam\).pdf](https://www.minsa.gob.pe/portada/Especiales/2011/antitabaco/archivos/mesa/01/LZ%C3%A1rate(Minam).pdf)

- **Carreira, Daniel – INTA Castelar, 2010.** CARBONO ORGÁNICO (Método de WALKLEY & BLACK), 2010. [https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/proinsa/informes/_archivos//002010_Ronda%202010/000003_Inq.%20Agr.%20Daniel%20Carreira%20\(Carbono%20oxidable%20y%20Nitr%C3%B3geno\)/000008_Carbono%20oxidable%20-M%C3%A9todo%20de%20Walkley&Black-%20%20y%20en%20Nitr%C3%B3geno%20Kjeldahl%20\(Ing.%20Agr.%20Daniel%20Carreira\)%20-%20Resumen.pdf](https://www.agroindustria.gob.ar/sitio/areas/proinsa/informes/_archivos//002010_Ronda%202010/000003_Inq.%20Agr.%20Daniel%20Carreira%20(Carbono%20oxidable%20y%20Nitr%C3%B3geno)/000008_Carbono%20oxidable%20-M%C3%A9todo%20de%20Walkley&Black-%20%20y%20en%20Nitr%C3%B3geno%20Kjeldahl%20(Ing.%20Agr.%20Daniel%20Carreira)%20-%20Resumen.pdf)
- **MACKEAN, Sheyla, 2103.** Manual de análisis de suelos y tejido vegetal: una guía Teórica y práctica de metodología. http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/S593.M2_Manual_de_an%C3%A1lisis_de_suelos_y_tejido_vegetal_Una_gu%C3%ADa_te%C3%B3rica_y_pr%C3%A1ctica_de_metodologia.pdf
- **GUTIÉRREZ, Humberto. 2012.** Análisis y diseños de experimentos estadísticos: diseños en bloques aleatorizados capítulo 5. <http://wpd.ugr.es/~bioestad/wp-content/uploads/BloquesCompleto.pdf>
- **GOYENOLA, Guillermo. 2007.** Guía para la utilización de las Valijas Viajeras - Determinación del pH http://imasd.fcien.edu.uy/difusion/educamb/propuestas/red/curso_2007/cartillas/tematicas/Determinacion%20del%20pH.pdf
- **SANTIBÁÑEZ, Claudia. 2005.** Módulo de Propiedades físicas, químicas y biológicas de los suelos. http://mct.dgf.uchile.cl/AREAS/medio_mod1.pdf
- **MCKEAN, Sheifa. 1993.** Manual de análisis de suelos y tejido vegetal, guía teórica y práctica de metodologías http://ciat-library.ciat.cgiar.org/Articulos_Ciat/Digital/S593.M2_Manual_de_an%C3%A1lisis_de_suelos_y_tejido_vegetal_Una_gu%C3%ADa_te%C3%B3rica_y_pr%C3%A1ctica_de_metodologia.pdf

- **Cochran, William 2009.** Métodos estadísticos: Técnicas de muestreo, compañía editorial continental
<https://core.ac.uk/download/pdf/25649692.pdf>

- **SADZAWKA, Angélica. 1990.** Métodos para análisis de suelos, estación experimental la platina Santiago de Chile.
<http://www2.inia.cl/medios/biblioteca/seriesinia/NR09068.pdf>

- **CROSARA, Alicia. 2013. Práctica 3:** Textura de suelos según sus propiedades físicas.
<http://edafologia.fcien.edu.uy/archivos/Practico%203.pdf>

VIII. ANEXOS

ANEXO 1: FICHA DE MUESTREO

Fuente: Ministerio del Ambiente del Perú

PERÚ
 Ministerio del Ambiente

CM
 Centro para la Migración
 Internacional y el Desarrollo
un grupo de trabajo formado por la OIT
y la Agencia Federal de Empleo alemán

Ficha de Muestreo

Datos generales:

Nombre del sitio en estudio:

Razón social:

Uso principal:

Informaciones del Sitio en Estudio

Departamento:

Provincia:

Dirección del Predio:

Datos del punto de muestreo:

Nombre del punto de muestreo:

Coordenadas: X: Y:

Temperatura (°C):

Técnica de muestreo:
(p.e. sondas manuales, sismómetros, sondas, etc.)

Profundidad final:
(en metros bajo la superficie)

Instalación de un pozo en el agujero:
(sí/no, descripción)

Informaciones del Punto de Muestreo

Operador:
(empresa/persona):

Descripción de la superficie:
(p.e. asfalto, cemento, vegetación)

Precipitación (sí/no, intensidad):

Instrumentos usados:

Napa freática:
(sí/no, profundidad en m)

Relleno del agujero después del muestreo:
(sí/no, descripción)

Datos de las muestras:

Informaciones de las Muestras

Clave de la muestra:	Fecha:	Hora:	Profundidad desde: <small>(en metros bajo la superficie)</small>	Profundidad hasta: <small>(en metros bajo la superficie)</small>	Características organolépticas:	Color:	Olor:

www.minam.gob.pe

PERÚ
 Ministerio del Ambiente

CM
 Centro para la Migración
 Internacional y el Desarrollo
un grupo de trabajo formado por la OIT
y la Agencia Federal de Empleo alemán

Ficha de Muestreo

Textura:									
Compactación/Consistencia:									
Humedad:									
Componentes antropogénicos:									
Estimación de la fracción > 2 mm (%):									
Cantidad de la muestra: <small>(volumen o peso)</small>									
Medidas de conservación:									
Tipo de muestreo: <small>(simple/compuesto)</small>									
Para muestras superficiales compuestas:									
Área de muestreo (m²):									
Número de sub-muestras:									

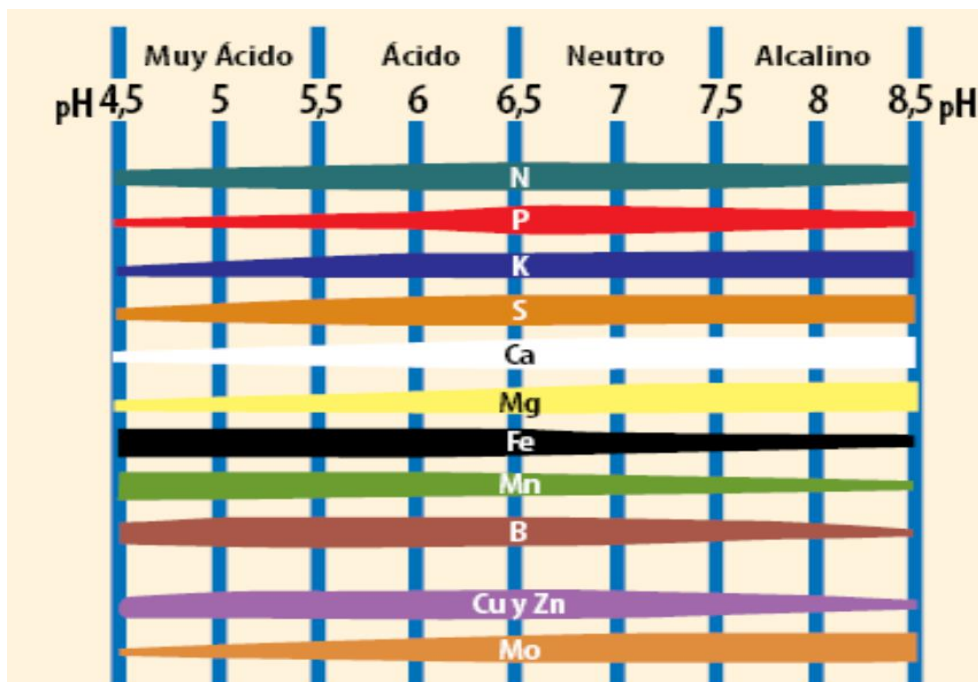
Comentarios:

Croquis:

www.minam.gob.pe

ANEXO 2: INSTRUMENTOS

Rangos De pH



Fuente: E. Truog. 1951

ANEXO 3: Rangos de conductividad eléctrica

0 – 2000 $\mu\text{s}/\text{cm}$	No hay problemas de Sales
2000 – 4000 $\mu\text{s}/\text{cm}$	Ligeros problemas de Sales
4000 – 8000 $\mu\text{s}/\text{cm}$	Medio (problema de Sales).
8000 – 16000 $\mu\text{s}/\text{cm}$	Fuerte Problema de Sales.
≥ 16000 $\mu\text{s}/\text{cm}$	Muy Fuerte Salino

Fuente: Universidad Nacional De San Martín – Tarapoto.

ANEXO 4: Rangos de conductividad eléctrica

Rango:

Menor de 4.5	:Extremadamente Ácido.
4.6 a 5.0	:Muy Fuertemente Ácido.
5.1 a 5.5	:Fuertemente Ácido.
5.6 a 6.0	:Medianamente Ácido.
6.1 a 6.5	:Ligeramente Ácido.
6.6 a 7.3	:Neutro.
7.4 a 7.8	:Medianamente Alcalino.
7.9 a 8.4	:Moderadamente Alcalino.
8.5 a 9.0	:Muy Fuertemente Alcalino

Fuente: Universidad Nacional De San Martín – Tarapoto.

ANEXO 5: Rangos de Materia Orgánica

Materia orgánica

Clase	(Porcentaje)
Extremadamente pobre	0.00-0.60
Pobre	0.61-1.20
Medianamente pobre	1.21-1.80
Mediano	1.81-2.40
Medianamente rico	2.41-3.00
Rico	3.01-4.20
Extremadamente rico	Mayor de 4.20

Fuente: AGRI nova SCIENCE, S.A.

ANEXO 6: VALIDACIÓN DE LOS INSTRUMENTOS



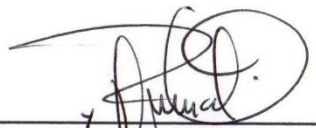
Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida

LABORATORIO DE ANALISIS : AGUAS Y SUELOS

Tipo de Análisis **FERTILIDAD** Muestras **Suelos - 1**
Nombre **JENNIFER JANET PINEDO PADILLA**
Procedencia **URBANIZACIÓN LA PLATA Mz K LOTE 14** Fecha emisión **04/10/2017**

MUESTRA	Extracto Saturado									
	pH	C. elec	M.O	P	K	Calcar.	Texturas (%)			Tipo de suelo
		mhos/cm	%	ppm	ppm	%	Ao.	Lo	Ar	
	6.65	15.85	1.00	38.00	299	1.18	80	10	10	FRANCO ARENOSO

Resultado: De acuerdo al resultado analítico la muestra presenta pH de reacción ligeramente ácida y contenido alto de sales solubles. Siendo el Nitrógeno, el Carbonato de Calcio de valores bajos; tenor bajo de Materia Orgánica, valor medio de Potasio; siendo el Fósforo de valor alto. La textura predominante es del tipo Franco Arenoso de mediana retención de humedad.


ING. DANTE BOLIVIA DIAZ
Jefe Laboratorio de Química y Suelos
Jefe Lab. de Química y Suelos



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida

LABORATORIO DE ANALISIS : AGUAS Y SUELOS

Tipo de Análisis

FERTILIDAD

Muestras

Suelos - 4

Nombre

JENNIFER JANET PINEDO PADILLA

Procedencia

URBANIZACIÓN LA PLATA Mz K LOTE 14

Fecha emisión

21/10/2017

MUESTRA	Extracto Saturado									
	pH	C. elec	M.O	P	K	Calcar.	Texturas (%)			Tipo de suelo
		mhos/cm	%	ppm	ppm	%	Ao.	Lo	Ar	
MUESTRA 2 TRATAMIENTO 1 10 KG DE CV	7.00	1.36	1.30	44.00	300	1.65	70	16	14	FRANCO ARENOSO
MUESTRA 2 TRATAMIENTO 2 6 KG DE CV	7.20	1.47	1.10	17.00	301	1.20	72	15	13	FRANCO ARENOSO
MUESTRA 2 TRATAMIENTO 3 8 KG DE CV	7.00	9.62	1.25	22.00	302	1.50	70	16	14	FRANCO ARENOSO
MUESTRA 2 TRATAMIENTO 4 4 KG DE CV	7.00	16.99	1.00	13.00	290	1.61	80	10	10	ARENA FRANCA

Resultado: De acuerdo al resultado analítico las muestras tienen un pH de tendencia neutra las muestras con TRATAMIENTO 1, TRATAMIENTO 3 y TRATAMIENTO 4, ligeramente alcalino la muestra con TRATAMIENTO 2. La salinidad es de valor bajo las muestras con TRATAMIENTO 1 y TRATAMIENTO 2 y contenido alto de salinidad las muestras con TRATAMIENTO 3 y TRATAMIENTO 4. La fertilidad natural presenta deficiencias de Nitrógeno, valor alto de Fósforo, valor medio de Potasio, valor bajo de Carbonato de Calcio y bajo tenor de Materia Orgánica. La textura predominante es es del tipo Franco Arenoso de mediana retención de humedad en las muestras con TRATAMIENTO 1, TRATAMIENTO 2 y TRATAMIENTO 3 y textura Arena Franca de baja retención de humedad en la muestra con TRATAMIENTO 4.


INGRIDANTE BOLIVIA DÍAZ
Jefe Laboratorio de Química y Suelos
Jefe Lab. de Química y Suelos



Instituto Nacional de Innovación Agraria
Estación Experimental Vista Florida

LABORATORIO DE ANALISIS : AGUAS Y SUELOS

Tipo de Análisis

FERTILIDAD

Muestras

Suelos - 4

Nombre

JENNIFER JANET PINEDO PADILLA

Procedencia

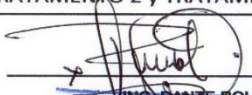
URBANIZACIÓN LA PLATA Mz K LOTE 14

Fecha emisión

14/11/2017

MUESTRA	Extracto Saturado									
	pH	C. elec	M.O	P	K	Calcar.	Texturas (%)			Tipo de suelo
		mhos/cm	%	ppm	ppm	%	Ao.	Lo	Ar	
MUESTRA 3 TRATAMIENTO 1 10 KG DE CV	7.00	24.91	1.32	41.00	300	1.55	72	12	16	FRANCO ARENOSO
MUESTRA 3 TRATAMIENTO 2 6 KG DE CV	7.05	1.36	1.15	38.00	280	1.62	88	6	6	ARENA FRANCA
MUESTRA 3 TRATAMIENTO 3 8 KG DE CV	7.00	9.62	1.27	23.00	285	1.55	79	11	10	FRANCO ARENOSO
MUESTRA 3 TRATAMIENTO 4 4 KG DE CV	7.05	14.72	1.15	22.00	295	1.57	80	12	8	ARENA FRANCA

Resultado: Las muestras de suelo analizadas arrojan un pH de valor neutro las muestras con TRATAMIENTO 1, TRATAMIENTO 3, ligeramente alcalino las muestras con TRATAMIENTO 2 y TRATAMIENTO 4. Las sales solubles tienen un contenido alto las muestras con TRATAMIENTO 1, TRATAMIENTO 3 y TRATAMIENTO 4 y siendo de valor normal la muestra con TRATAMIENTO 2. La fertilidad natural presenta deficiencias de Nitrógeno, valor medio de Potasio, valor bajo de Carbonato de Calcio, y bajo tenor de Materia Orgánica; siendo alto el valor de Fósforo. La textura de las muestras con TRATAMIENTO 1 y TRATAMIENTO 3 son del tipo Franco Arenoso de mediana retención de humedad; y las muestras con TRATAMIENTO 2 y TRATAMIENTO 4 son del tipo Arena Franca de baja retención de humedad.


ING. DANTE BOLIVIA DIAZ
Jefe Laboratorio de Química y Suelos
Jefe Lab. de Química y Suelos

RESULTADOS FISICO-QUIMICO DEL DESARROLLO DE TESIS DENOMINADO "APLICACIÓN DE CARBÓN VEGETAL EN CUATRO TRATAMIENTOS PARA LA RECUPERACIÓN DE NUTRIENTES EN SUELO AGRÍCOLA"

NOMBRE: PINEDO PADILLA JENNIFER YANET

Los datos adjuntos fueron obtenidos siguiendo los métodos estandarizados para los parámetros indicados, los mismos que se llevaron a cabo por el investigador; el carbón vegetal que se produjo para la aplicación de los suelos, bajo la asesoría de la Ing. María Raquel Maxe Malca, responsable del laboratorio de Físico-Química; la misma que validara los resultados.

Análisis químicos:

pH del carbón vegetal


FECHA	RESULTADO
	pH
24/11/2017	9.85

Conductividad Eléctrica del carbón vegetal

FECHA	RESULTADO
	C.E
24/11/2017	315.4 us/ cm

Materia Orgánica del carbón vegetal

No se pudieron realizar por falta de reactivos en el laboratorio.


Ing. María Raquel Maxe Malca
Responsable

ANEXO 7: MATRIZ DE CONSISTENCIA PARA ELABORACIÓN DE TESIS

NOMBRE DEL ESTUDIANTE: Jennifer Janet Pinedo Padilla

FACULTAD DE INGENIERIA/ESCUELA ACADEMICO PROFESIONAL DE INGENIERIA AMBIENTAL

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN	TÉCNICAS	MÉTODOS DE ANÁLISIS DE DATOS
¿Cuál de los tratamientos de carbón vegetal logrará mayor recuperación de nutrientes en suelo agrícola?	General: <ul style="list-style-type: none"> Determinar cuál de los cuatro tratamientos de carbón vegetal en más eficiente en la recuperación de nutrientes en suelos agrícolas. Específicos: <ul style="list-style-type: none"> ❖ Producir carbón vegetal a base de residuos agrícolas específicamente de cascara de cacao y cascara de arroz. ❖ Realizar análisis físicos y químicos el suelo agrícola antes de aplicar el carbón vegetal. ❖ Aplicar el carbón vegetal en 4 tratamientos diferentes en las respectivas semi parcelas del suelo agrícola. ❖ Evaluar cuál de los cuatro tratamientos es más eficiente en la recuperación de nutrientes en el suelo agrícola. 	El tratamiento aplicado con mayor contenido de carbón vegetal será el que más recupere nutrientes en el suelo agrícola.	APLICACIÓN DE CARBON VEGETAL RECUPERACIÓN DE NUTRIENTES EN SUELO AGRICOLA		2 hectáreas de terreno agrícola	<ul style="list-style-type: none"> Técnica de campo (recolección de muestras) Técnicas de muestreo Técnicas para análisis físicos químicos del suelo 	Métodos físicos y químicos <ul style="list-style-type: none"> M.O pH C.E P K Carbonatos de Ca Métodos estadísticos <ul style="list-style-type: none"> SPSS EXCEL
				DISEÑO	MUESTRA	INSTRUMENTOS	

				<p>Cuasi experiment al con prueba de hipótesis longitudinal</p>	<p>4 metros (m²) de largo y 2 metros (m²) de ancho, divididos en 5 semi - parcelas de las mismas medidas.</p>	<p>Materiales de campo</p> <ul style="list-style-type: none"> • Palana • Pico • Sacos de 50 kg • Guantes, Mascarilla • Yeso 2 kg • Guardapolvo • Lapiceros • Guincha <p>Materiales de laboratorio</p> <ul style="list-style-type: none"> • pHmetro • Agua destilada. • Vasos de precipitación • Varilla de vidrio • Probeta de vidrio <p>Equipos De Laboratorio</p> <ul style="list-style-type: none"> • Potenciómetro • Balanza. • Soporte universal • Balanza analítica o granataria. • Fotocolorímetro • Bomba de succión. 	
--	--	--	--	---	---	---	--

ANEXO 8: Cronograma de ejecución

Presentación del trabajo de investigación.

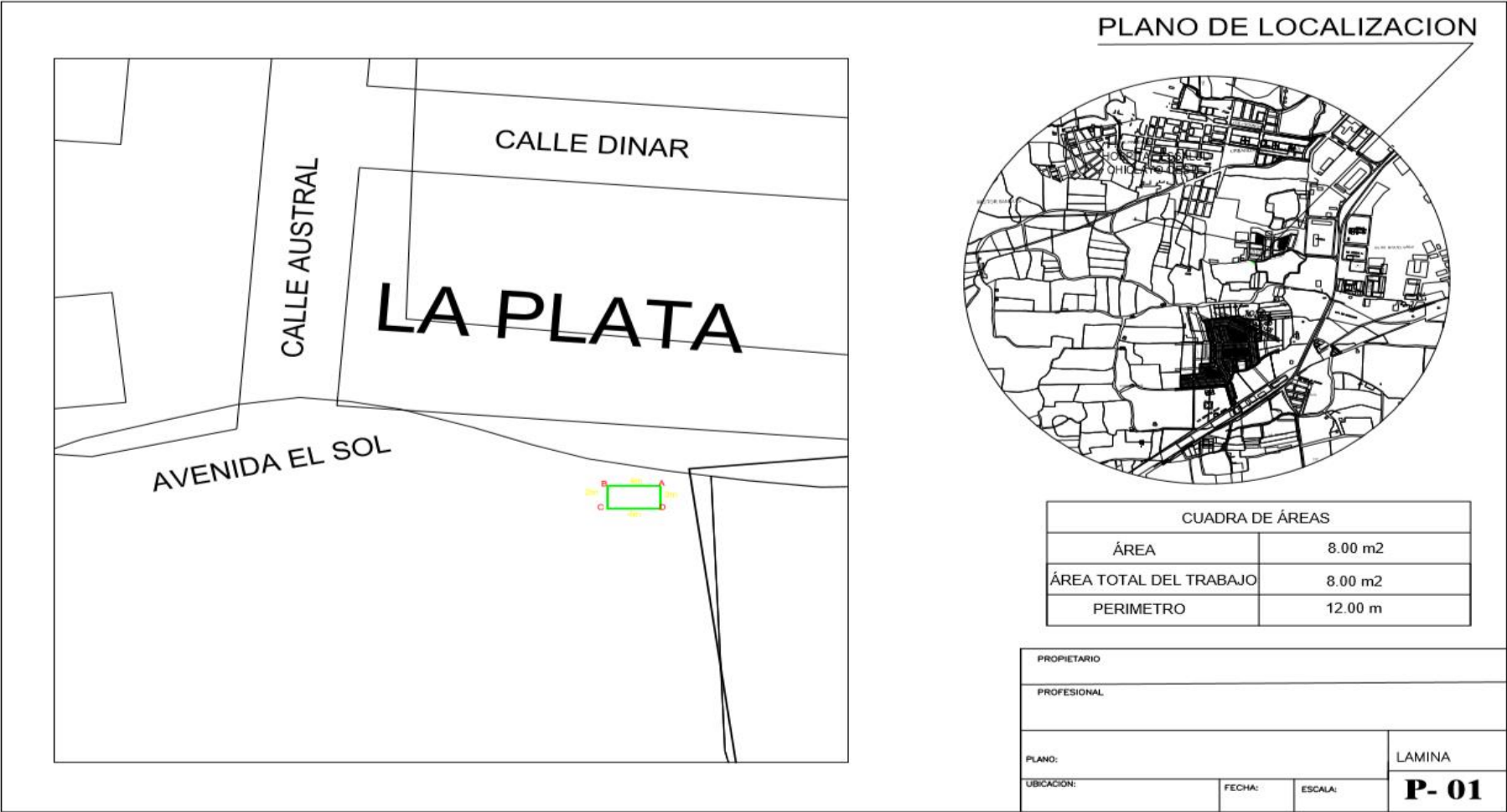
Actividades	Sem 1	Sem 2	Sem 3	Sem 4	Sem 5	Sem 6	Sem 7	Sem 8	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16
1. Presentación de título de proyecto de investigación.																
2. Corrección de título.																
3. Formulación del problema.																
4. Formulación de hipótesis y objetivo general.																
5. Presentación de avance de trabajos previos.																
6. Corrección de los antecedentes y desarrollo de orden como debería ser citado.																
7. Presentación de avance de teorías relacionadas.																
8. Corrección del marco teórico, señalización de dimensiones e indicadores																
9. Exposición de la primera parte del proyecto de investigación.																

Aplicación de trabajo de investigación

Actividades	Sem 18	Sem 19	Sem 20	Sem 21	Sem 22	Sem 23	Sem 24	Sem 25	Sem 9	Sem 10	Sem 11	Sem 12	Sem 13	Sem 14	Sem 15	Sem 16	Sem 17	Sem 18	Sem 19	Sem 20
10. Corrección del proyecto, título, hipótesis, problema, etc.																				
11. Presentación de título final.																				
12. Ejecución del proyecto de investigación																				
13. Obtención de material a usar para la preparación del carbón vegetal																				
14. Muestreo de suelo agrícola para realizar un análisis preliminar.																				
15. Preparación de parcelas para su ejecución.																				
16. Construcción de horno para la preparación de carbón vegetal																				
17. Preparación de carbón vegetal a base de cascara de cacao.																				
18. Preparación de carbón vegetal de la cascara de arroz.																				
19. Chancado del carbón vegetal a base de cascara de cacao.																				
20. Mezcla de ambos para la aplicación al suelo agrícola.																				
21. Aplicación del carbón vegetal en el suelo agrícola en las parcelas en diferentes tratamientos.																				

22. Realización de análisis de suelo en el laboratorio del INIA.																					
23. Monitoreo de las parcelas del suelo y regado de muestras.																					
24. Muestro de las semi parcelas.																					

ANEXO 9: Ubicación de la zona



ANEXO 10: Medición del terreno, muestreo y división en parcelas



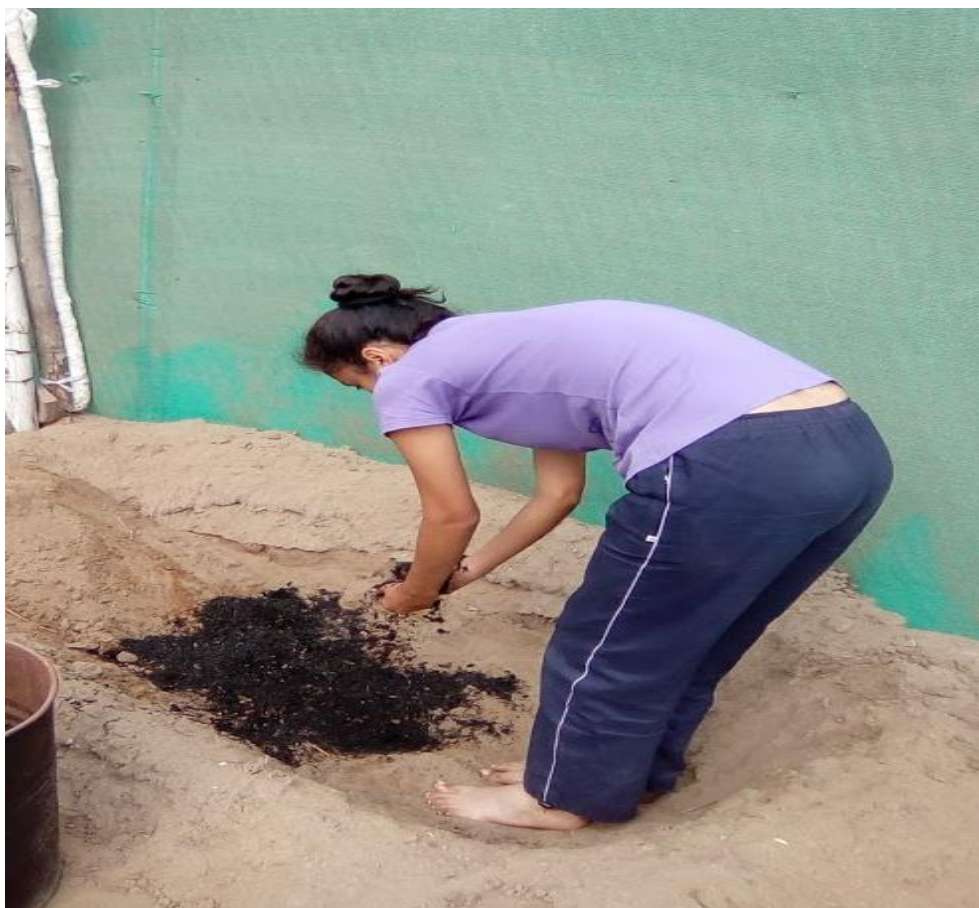




ANEXO 11: Elaboración de horno pirolítico



ANEXO 12: Aplicación de carbón vegetal





ANEXO 13: Muestra

